"IGNORANCE IS THE CURSE OF GOD.
KNOWLEDGE THE WING WHEREWITH WE FLY TO HEAVEN."
SHAKSP.

Anleitung zum Selbststudium

der

Meteorologie.

Nach dem Book of Science

von

Karl Hartmann.

Mit 4 Abbildungen.

Leipzig,
Verlag der Expedition des Pfennig-Magazins.
(F. A. Brockhaus.)

1838.

Inhalt.

		Seite
Einleitung	. . . .	1
I.	Von der Atmosphäre	4
II.	Von der Temperatur der Erde an ihrer Oberfläche, in ihrer Abhängigkeit von der Sonne	9
	1. Von der mittlern Temperatur	10
	2. Von der gegenwärtigen Vertheilung der Temperatur auf der Erde. Von den Isothermallinien u. s. w. Klimate	12
III.	Von den ursprünglichen Momenten des Klimas oder von der Temperatur der Erde, sofern sie von der Kugelgestalt, so wie von der jährlichen und täglichen Bewegung der letztern abhängig ist	19

Seite

IV. Von den mehr untergeordneten Momenten des Klimas: ein Umriß derjenigen das Klima bestimmenden Umstände, welche mehr unmittelbar mit der Oberfläche der Erde, sofern diese aus Wasser oder Land besteht, oder mit der Atmosphäre zusammenhängen 22

1. Von denjenigen untergeordneten Momenten des Klimas, welche auf der Beschaffenheit der Erdoberfläche, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, beruht 23

a) Verhältnisse der Wärme und des Lichts, welche von der Sonne auf die Erdoberfläche gelangen 24

b) Vertheilung der Wärme und des Lichts auf der Erdoberfläche in der latenten Form 25

c) Allgemeine Vertheilung der Elektricität und des Magnetismus auf der Erde . 26

d) Vertheilung des Lichts in der zersetzten Form auf der Erde 29

e) Gesetze der Absorption, der Radiation und der Reflexion der Wärme und des Lichts 30

Seite

f) Leitung der Wärme unter der Erdoberfläche auf dem Lande 35

g) Fortpflanzung der Wärme und des Lichts unter der Erdoberfläche im Wasser . 37

h) Verschiedenheit der Temperatur, sofern diese davon abhängt, ob die Oberfläche Land oder Wasser ist 43

2. Unmittelbar mit der Atmosphäre zusammenhängende untergeordnete Momente des Klimas 45

a) Vertheilung der Wärme und des Lichts in der Atmosphäre und ihre Folgen . 46

b) Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre 55

Thau und Reif 74

Nebel 76

Von den Wolken 78

Vom Schnee 83

Vom Regen 85

Vom Hagel 90

c) Von der Menge des auch auf der Erdoberfläche verdunsteten und verdichteten Wassers 91

d) Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts in der latenten und zersetzten

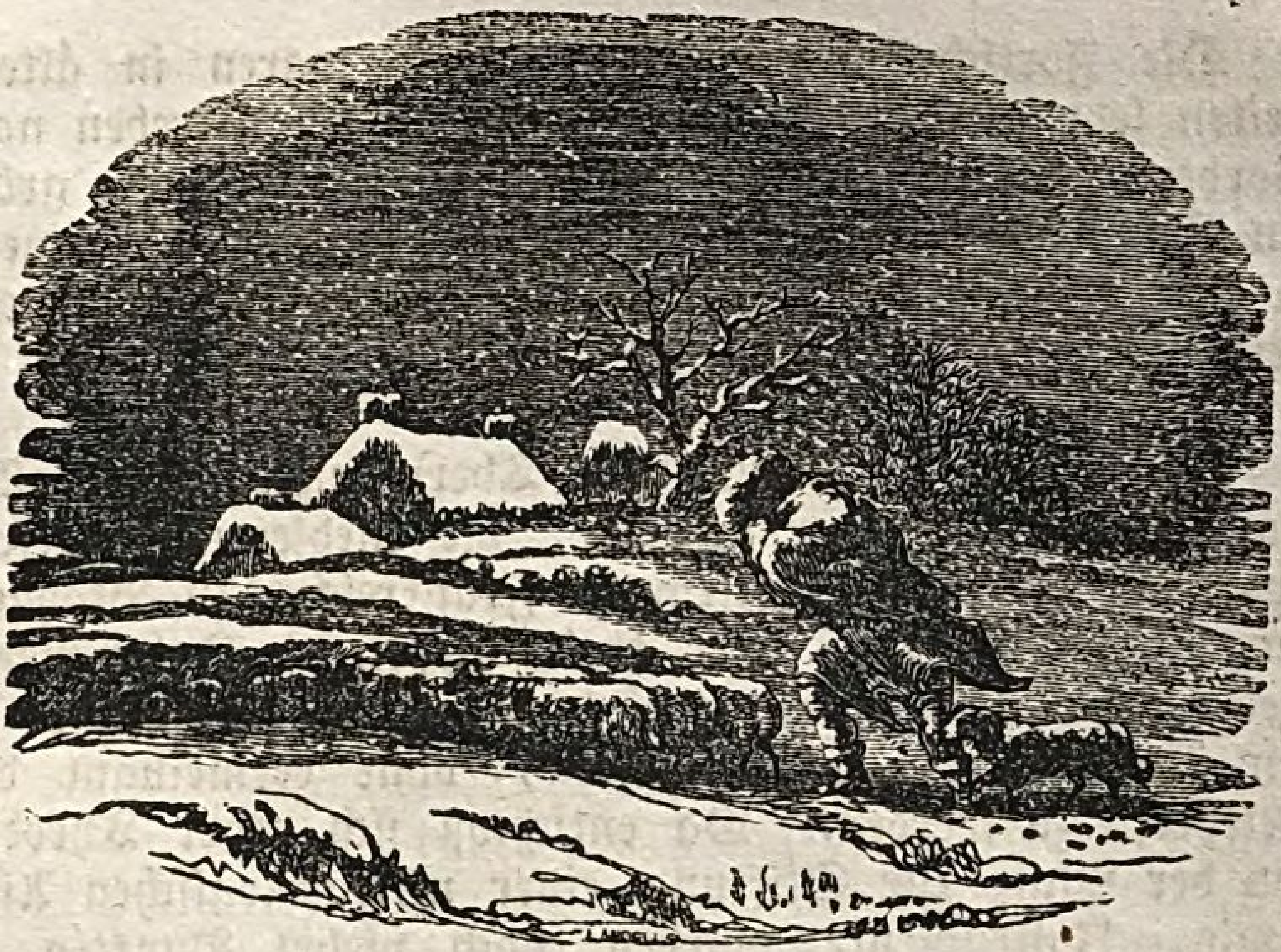
Seite

Form durch den Dunst der Atmosphäre, und von den Wirkungen dieser Vertheilung 94

Von den Verhältnissen der Elektricität zum Dunste der Atmosphäre . . . 95

Gelegentliches Vorhandensein fremder Körper in der Atmosphäre und ihre Wirkungen 100

Meteorologie.



Einleitung.

Meteorologie ist derjenige Theil der Physik, welcher sich mit den Meteoren, d. h. mit den Erscheinungen in der Atmosphäre, beschäftigt, und da die Reihenfolge, in welcher diese Erscheinungen sich an einem Orte zeigen, das Wetter oder die Witterungskunde bestimmt, so ist der Ausdruck gleichbedeutend mit Witterungskunde. Unstreitig ist dieser Theil der Naturlehre derjenige, auf welchen die Menschen zuerst ihren Scharfsinn wendeten, denn zu auffallend ist z. B. das Gewitter mit den dazu gehörigen Erscheinungen, als daß es ganz unbeachtet hätte bleiben sollen. Die ältesten Völker, von denen wir historische Überlieferungen haben, so wie viele von denjenigen, mit welchen wir in den letzten Jahrhunderten durch Seefahrer bekannt geworden sind, haben diese Erscheinungen Göttern zugeschrieben und es läßt sich leicht zeigen, daß die meisten Religionssysteme in Gegenden, wo die Völker ihre Wohnsitze behielten und nicht von andern unterrichtet wurden, ihren innern Grund zum Theil in dem Wechsel der Meteore haben.

Die Fortschritte der Meteorologie waren in ältern Zeiten sehr gering; es herrschte früher ein Streben nach Vorhersagungen, welches sehr hinderlich war; die größten Schwierigkeiten des Fortschreitens bestanden übrigens in dem Mangel guter Beobachtungen, die erst in neuern Zeiten gemacht wurden.

Zwar hatte Réaumur seine Thermometer nach allen französischen Colonien geschickt, die medicinische Gesellschaft in Paris die Gelehrten Frankreichs zu Beobachtungen aufgefordert, aber theils ließen die Instrumente viel zu wünschen übrig, theils ruhten die Tagebücher in den Archiven der Gesellschaften, ohne Gemeingut der Gelehrten zu werden. Da entschloß sich Karl Theodor von der Pfalz zur Stiftung einer meteorologischen Akademie, Instrumente wurden nach vielen Punkten in Deutschland, Frankreich, Rußland, Italien und selbst nach Amerika geschickt, die Tagebücher selbst abgedruckt, und wenn auch die 12 Bände von Beobachtungen nur zum Theil berechnet sind, so werden die „Ephemeriden" der manheimer Societät noch lange eine der wichtigsten Fundgruben für den Meteorologen sein. So dankenswerth auch die Arbeiten von Saussure und andern Gelehrten aus der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts sind, so hatten sie doch einen gemeinsamen Fehler. Es waren nur die Erscheinungen des westlichen Europas erforscht, von dem meteorologischen Verhalten der übrigen Weltgegenden, namentlich der Äquinoctialgegenden, war wenig bekannt, man hatte nur einige Notizen ohne innern Zusammenhang. Alexander von Humboldt, innig vertraut mit den Phänomenen von Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien und den Äquinoctialgegenden Amerikas, entwarf mit kräftigen Zügen das Gemälde der Tropenländer; er zeigte die Verschiedenheit in dem Witterungsverhalten in höhern und niedern Breiten, auf Inseln und im Innern der Länder, und durch scharfsinnige Combinationen verband er eine Menge paradoxer Phänomene zu einem harmonischen Ganzen

Leopold von Buch, welcher die Erscheinungen des hohen Nordens, des südlichen Europas und der canarischen Inseln sorgfältig studirt hatte, entwarf mit Meisterhand eine gründliche Übersicht über die wichtigsten Erscheinungen, welche uns das Barometer zeigt. Die Abhandlungen dieser beiden Gelehrten bilden die Basis, auf denen fortgeschritten werden muß, wofern die Wissenschaft ihrem Ziele näher kommen soll; von den Behauptungen derselben sind manche durch spätere Beobachtungen modificirt, keine erhebliche Bemerkung aber ist widerlegt. Lange Zeit standen beide Gelehrte isolirt, wenige betraten denselben Weg. Gleichzeitig, aber ohne etwas von ihren gegenseitigen Untersuchungen zu wissen, verfolgten Dove (damals in Königsberg, jetzt in Berlin), Schouw in Kopenhagen und Kämtz in Halle denselben Weg; sie benutzten zum Theil dieselben Beobachtungen und kamen sehr nahe zu demselben Resultate. In einer Reihe von Aufsätzen in Poggendorf's „Annalen" (seit 1827) hat Ersterer manche treffliche Untersuchungen mitgetheilt; der Zweite hat theils in seiner „Pflanzengeographie", theils in seiner „Klimatologie von Dänemark" eine Reihe gründlicher Bemerkungen über verschiedene Beobachtungen gegeben. Kämtz endlich hat in seinem „Lehrbuche der Meteorologie" (3 Bände, Halle 1831—1836) alles Dasjenige zu vereinigen gesucht, was die Untersuchungen der erwähnten Forscher gezeigt hatten; er hat sich bemüht, das Ganze der Erscheinungen aus wenigen Sätzen abzuleiten. Durch Vergleichung so vieler Beobachtungen als möglich prüfte er die Behauptungen dieser Begründer der Wissenschaft, und indem er diesen Weg der Erfahrung verfolgte, erkannte er nicht selten, daß Sätze, welche sie mehr geahnet als erwiesen hatten, vollkommen naturgemäß wären *).

---

*) Wir benutzten hier die treffliche „Chemie u. Meteorologie" von Prout, a. d. Englischen von Plieninger, Stuttg. 1836.

I. Von der Atmosphäre.

Die ungeheure Masse von Gasstoffen, welche unsere Erde umgibt und gewöhnlich mit dem Namen der Atmosphäre bezeichnet wird, ist hauptsächlich aus zwei Grundstoffen, dem Sauerstoff und dem Stickstoff, zusammengesetzt, und zwar in dem Verhältnisse, daß etwa ein Theil aus dem erstern und vier aus dem letztern bestehen. Außer diesen zwei Gasen enthält die Atmosphäre auch eine kleine und vielleicht wechselnde Quantität von kohlensaurem Gas, welche im Durchschnitte etwas weniger als $^1/_{1000}$ des Ganzen beträgt, und eben so eine wechselnde, aber gewöhnlich zwischen 1 und $1^1/_2$ Hunderttheilen schwankende Quantität Wasser im Zustande des Dunstes. Zu diesen Bestandtheilen kommen wahrscheinlich noch andere in der Atmosphäre beständig vorhandene Stoffe; denn wie die See von jedem in Wasser auflösbaren Körper ein wenig enthält, so mag auch die Atmosphäre von jedem zur Annahme der Gasform fähigen etwas in sich schließen.

Die Atmosphäre übt auf alle Theile der Erdoberfläche einen Druck oder ein Gewicht aus, im Durchschnitte wie etwa 15 Pfund auf einen Quadratzoll, oder mit andern Worten, wie eine einen Zoll breite und 30 Zoll hohe Quecksilbersäule. Das bekannte Instrument, der gewöhnliche **Barometer** oder das **Wetterglas**, besteht aus nichts Anderem, als aus einer solchen Quecksilbersäule, welche durch das Gewicht der Atmosphäre aufwärts in ein Vacuum gedrückt wird. Die Veränderungen, welche beständig in der Höhe dieser Säule stattfinden, kommen bei jedem Körper vor, und wir werden später Gelegenheit haben, auf dieselben zurückzukommen; hier ist nur zu bemerken, daß sie unter den Tropen weit weniger bemerklich sind, als in den gemäßigten Klimaten. So wechselt der Barometer zwischen den Wendekreisen gewöhnlich nur etwa um den dritten Theil eines

Zolls, während in gemäßigten Himmelsstrichen die Veränderungen den zehnten Theil der ganzen Höhe betragen.

Der Druck der Atmosphäre nimmt ab, sobald wir uns über die Erdoberfläche erheben, und zwar in geometrischer Progression. So ist die Atmosphäre etwa eine Stunde über der Erde nur noch halb so dicht, als auf der Oberfläche derselben, oder gleich einer 15 Zoll hohen Quecksilbersäule; zwei Stunden hoch über der Erde würde der Barometer auf einem Viertheile seiner gewöhnlichen Höhe, oder auf $7\frac{1}{2}$, drei Stunden hoch auf $3\frac{3}{4}$, und fünf Stunden hoch beinahe nur auf einem Zolle stehen. Daher hat man, obgleich aus verschiedenen Umständen, geschlossen, daß die Atmosphäre sich zwischen 16 und 18 Stunden über die Erdoberfläche ausdehne, wobei aber jedenfalls bei weitem der größere Theil derselben innerhalb der Entfernung von 6 bis 8 Stunden sich befindet. Jedoch muß der Grad der Ausdehnung der Atmosphäre in verschiedenen Breiten verschieden sein, denn die Umdrehung der Erde um ihre Achse, so wie der größere und unmittelbarere Einfluß der Sonnenhitze in der Nähe des Äquators wird nothwendig zur Folge haben, daß die Atmosphäre in den Äquatorialgegenden höher hinaufreicht, als in den Polarregionen, während sie an den Polen selbst niedriger sein muß, als oberhalb irgend eines andern Theiles der Erdoberfläche.

Sehr verschiedene Ansichten sind von den Gelehrten über die Art und Weise aufgestellt worden, wie die verschiedenen, die Atmosphäre bildenden Stoffe vereinigt seien, indem die Einen behaupteten, dieselben befänden sich in einem Zustande bloßer Mischung, die Andern aber sie als chemisch verbunden betrachteten. Es geschieht dies bei allen Gaskörpern, wenn sie sich mit einander vereinigen, mit Beziehung auf ihr Volumen, d. h. daß das Volumen eines Gases sich stets mit einem, zweien oder mehreren gleichen Volumen von demselben, oder einem andern Gase, und nicht mit einem dazwi-

schen liegenden, durch einen Bruch auszudrückenden Quantum vereinigt. Da nun die atmosphärische Luft hauptsächlich aus einem Volumen Sauerstoff und einem Volumen Stickstoff besteht, so ist klar, daß sie — mögen nun ihre Bestandtheile in einem Zustande wirklicher Verbindung sich befinden oder nicht — wenigstens nach streng chemischen Grundsätzen zusammengesetzt ist, woraus hervorgeht, daß die Vereinigung der Atmosphäre nicht das Werk des Zufalls gewesen sein kann. In dieser Hinsicht kann also die atmosphärische Luft eben so gut als eine chemische Zusammensetzung betrachtet werden, als das Wasser oder ein ähnlicher Körper, und anstatt die Atmosphäre, einer gangbaren Vorstellung gemäß, als ein mit den dichteren Stoffen durch ein unsichtbares Band verbundenes, rein zufälliges und ungleichartiges Anhängsel zu betrachten, dürfen wir sie unbedenklich unter die constituirenden Grundstoffe unserer Erdkugel rechnen und sie für einen integrirenden Theil des großen harmonischen Ganzen ansehen.

Aber obgleich so die atmosphärische Luft ursprünglich nach chemischen Gesetzen zusammengesetzt wurde, und diesem Umstande wahrscheinlich großentheils ihre Stabilität verdankt, so ist doch die Art und Weise, wie ihre Bestandtheile vereinigt sind, von der gewöhnlichen sehr verschieden. Die Bestandtheile der atmosphärischen Luft scheinen nämlich gar nicht verbunden, sondern blos vermischt, oder nur durch einander verbreitet zu sein, auf dieselbe Weise, wie die winzigen Theile des kohlensauren Gases und des Wasserdunstes bekanntlich durch die ganze Atmosphäre verbreitet sind, d. h. nach den Gesetzen der allgemeinen Verbreitung gasartiger Körper. Hier bemerken wir blos, daß der Hauptgrundsatz dieser Erklärung in der Annahme besteht, daß die Moleculen aller Körper im gasförmigen Zustande sich gegenseitig, vor andern, abstoßen, aus demselben Grunde, aus welchem sie sich im festen Zustande gegenseitig, vor andern, anziehen. Wenn daher verschiedene Gaskörper mit einander vermischt sind, so werden sie nicht, wie man erwarten könnte, eine ihrer

specifischen Schwere entsprechende Lage annehmen, sondern die Moleculen jeder Gasart werden sich durch den ganzen von der Mischung eingenommenen Raum gleichmäßig verbreiten. Deswegen ist eine unmittelbare und sehr wichtige Folge dieses Gemischtseins der Luftbestandtheile die beinahe gleiche Zusammensetzung der Atmosphäre, wenigstens innerhalb der den Menschen zugänglichen Grenzen; eine Thatsache, welche durch unzählige, in allen Theilen der Erde — sowohl an ihrer Oberfläche, als auf den größten von Menschen bis jetzt erreichten Höhen — vorgenommene Zerlegungen der Luft bestätigt worden ist. Zudem hat jede Mischung der Atmosphäre nicht blos ursprünglich eine solche Gleichförmigkeit der Zusammensetzung hervorgebracht, sondern sie ist auch die beständig auf die Erhaltung dieser Gleichförmigkeit hinwirkende Ursache — das große Erhaltungsgesetz, das eine ungleiche Vertheilung der Atmosphäre verhindert, welche sich dem organischen Leben bald als höchst gefährlich erweisen würde. Befänden sich die Gasstoffe, aus welchen die Atmosphäre besteht, in einem Zustande noch so loser Verbindung, so könnten sie sich nicht leicht durch einander verbreiten, und theilweise Anhäufungen des einen oder andern von ihnen müßten beständig erfolgen. Aber wenn bei der gegenwärtigen Beschaffenheit der Atmosphäre an einem Flecke ein wenig mehr Sauerstoff verbraucht wird, als an einem andern, so wird die Lücke sogleich aus der Nachbarschaft durch Verbreitung ausgefüllt und das Gleichgewicht in einem merklichen Grade kaum angetastet. Eine andere merkwürdige Wirkung dieses unabhängigen Zustandes der Gasstoffe der Atmosphäre ist die, daß an dem ganzen, von der letztern ausgeübten Drucke jeder Stoff nach seiner Quantität seinen eignen Antheil hat. So trägt von den 30 Zollen Quecksilber, welche durch den ganzen atmosphärischen Druck in der Höhe erhalten werden, der Stickstoff $23^{36}/_{100}$ und der Sauerstoff $6^{18}/_{100}$ Zoll, während der Wasserdunst nur $^{44}/_{100}$ und die Kohlensäure noch weniger, nämlich blos $^{2}/_{100}$ Zoll trägt. Hieraus erhellt, daß die Schwankungen in der Höhe des

Barometers, welche in unserer Breite beinahe drei Zoll umfassen, nicht blos von der Quantität des Wasserdunstes in der Atmosphäre herrühren können; denn, würde dieser Dunst völlig hinweggenommen, so brächte dies kaum eine Höheverschiedenheit von einem halben Zolle hervor. Wir haben die Aufmerksamkeit des Lesers hierauf aus Gründen gerichtet, welche später erhellen werden.

Endlich, wäre die absolute Quantität oder die relative Schwere der Atmosphäre wesentlich anders, als beide jetzt sind, so könnte die gegenwärtige Ordnung der Dinge nicht bestehen. Daher liegen eben so schlagende Beweise für das Vorhandensein vernünftiger Anordnungen in dieser Einrichtung der Atmosphäre, als in denjenigen, auf welche wir oben in Beziehung auf die Quantität und Schwere der Gewässer des Oceans aufmerksam gemacht haben.

Ehe wir jedoch dieses Capitel schließen, wollen wir die großen Anordnungen, welche wir betrachtet haben, noch einmal prüfend ins Auge fassen. Warum ist die Oberfläche dieser Erde in Land und Wasser getheilt, warum sind die beiden letztern so eingerichtet, daß ihr Zustand und ihre Verhältnisse schwerlich einen Wechsel zulassen, ohne zugleich die Zerstörung der ganzen Maschine herbeizuführen? Warum ist ihre gegenwärtige Stabilität so wunderbar gesichert worden? und wiederum in Beziehung auf die Atmosphäre: warum ist eine solche um diese Erdkugel gezogen, und warum sind so augenscheinliche Vorsichtsmaßregeln getroffen worden, um ihre allseitige Verbreitung und gleichmäßige Beschaffenheit zu sichern?

Für sich und ohne Beziehung auf organische Wesen betrachtet, erscheinen alle diese Dinge zwecklos. Diese Erdkugel könnte um das Centrallicht rollen, könnte ihre Stelle im Weltall einnehmen, ohne eine „Sammlung der Wasser", ohne eine Umströmung von Luft. Aber der Plan des großen Schöpfers beschränkt sich nicht blos auf die Aneinanderpassung lebloser Stoffe. Ehe ihr

Grund gelegt ward, hatte er diese Erde mit Leben zu erfüllen beschlossen, und überall hat er seinen ursprünglichen Zweck, sie zu einem passenden Wohnplatze lebendiger Wesen zu machen, deutlich an den Tag gelegt. In dieser Absicht und zugleich in strenger Übereinstimmung mit denjenigen Gesetzen wirkend, durch welche es ihm gefiel, sich selbst zu beschränken, hat er vermittelst fortlaufender Umwälzungen und Veränderungen die verschiedenen Elemente sich so vermischen und durchdringen lassen, und endlich das trockene Land, vom Wasser getrennt, so eingerichtet, daß, wenn man beide als ein Ganzes und in Beziehung auf die gegenwärtige Ordnung der Dinge betrachtet, ihre gegenseitigen Verhältnisse kaum eine wesentliche Veränderung zulassen werden. Und um sein Werk zu krönen und seinen Zweck und seine Weisheit noch augenscheinlicher an den Tag zu legen, hat er diese Erdkugel mit einer Atmosphäre umgeben, deren Bestandtheile zur Erhaltung ihrer Gleichartigkeit sich so vereinigten, daß sie dadurch eine Ausnahme von ihren gewöhnlichen Wirkungen und sogar von den allgemeinen Naturgesetzen machten.

II. Von der Temperatur der Erde an ihrer Oberfläche, in ihrer Abhängigkeit von der Sonne.

Die allgemeine Temperatur der Erde wird ohne Zweifel durch ihre Stellung im Weltall und insbesondere durch ihr Verhältniß zur Sonne bestimmt. Diesem Verhältnisse sind alle Eigenschaften ihrer constituirenden Stoffe, wie Jedem einleuchten muß, mit der höchsten Weisheit angepaßt, so daß die einen fest, die andern flüssig, noch andere gasförmig sind, je nach den Zwecken, welche sie in der Natur erfüllen sollen.

Aber die Wärme und das Licht, welche von der Sonne herrühren, sind auf der Oberfläche der Erde sehr

ungleich vertheilt, und allgemein bekannt ist, daß, wenn wir uns von dem Äquator nach Norden oder Süden wenden, die Temperatur der Erdoberfläche allmälig abnimmt, bis wir in die Polargegenden kommen.

Dies ist die allgemeine Thatsache. Allein die Umstände, welche an dieser stufenmäßigen Vertheilung der Temperatur Antheil haben, sind so zahlreich und von so großem Einflusse, daß die wirkliche Temperatur eines Orts nur durch Beobachtung erfahren werden kann. Zu diesen besondern Umständen gehört die Beschaffenheit der Oberfläche, ob sie in Wasser oder Land besteht, so wie ihre größere oder geringere Erhabenheit über den Meeresspiegel. Dazu kommen die besondere Gestaltung und die geographischen Verhältnisse der Örter, z. B. ob sie gegen Norden oder Süden liegen, ob sie geschützt oder ausgesetzt sind, wie beschaffen die Zusammensetzung und Natur des Bodens, besonders seine Farbe und die Art der Aggregation ist, wovon seine Fähigkeit abhängt, Wärme und Licht zu absorbiren und aufzufangen, die Feuchtigkeit festzuhalten oder von sich zu geben u. s. w., auch die Nähe und Entfernung von Seen, das Vorherrschen gewisser Winde, häufige Wolken, Nebel u. s. w. Diese und unzählige andere Umstände, von welchen sich manche weiter unten herausstellen werden, tragen dazu bei, die Temperatur der verschiedenen Örter zu influenziren und sie offenbar eben so mannichfaltig zu machen, als die Örter selbst sind.

Auch ist die Verschiedenheit eines Orts nicht die einzige Ursache der Verschiedeuheit der Temperatur, indem diese bekanntlich an dem nämlichen Orte in einem beständigen Wechsel begriffen ist. Um uns daher von der Temperatur eines gegebenen Orts oder einer Zeit richtige Begriffe bilden zu können, bedürfen wir gewisser Hülfsmittel, welche wir nun zuerst zu betrachten haben.

1. Von der mittleren Temperatur.

Wenn wir an einem gegebenen Tage die Temperatur auf der Erdoberfläche am Anfange einer jeden der

24 Stunden beobachten, so werden wir finden, daß sie zu jeder Stunde verschieden ist, und die Frage ist nun natürlich, welche von allen diesen Temperaturen als die charakteristische des Tags und Orts betrachtet werden soll? Die Antwort auf diese Frage ist: Diejenige Temperatur, welche von den Extremen gleichweit entfernt ist, oder, wie sie gewöhnlich bezeichnet wird, die mittlere Temperatur des Ganzen. Diese gewinnt man aber dadurch, daß man alle Ergebnisse zusammenaddirt, und die Summe mit der Zahl der Beobachtungen dividirt. So erhalten wir die mittlere Temperatur eines Tages, indem wir die zu verschiedenen Stunden desselben beobachteten Temperaturen zusammenaddiren und die Summe mit der Zahl der Beobachtungen dividiren. Indem wir ferner die mittleren Temperaturen aller Tage einer Woche oder eines Monats zusammenaddiren und diese Summe mit der Zahl der Tage dividiren, kommen wir auf die mittlere Temperatur der Woche oder des Monats, und indem wir eben so mit den mittleren Temperaturen der Monate oder einer Anzahl Jahre verfahren, erhalten wir die mittlere Temperatur des Jahrs an einem gegebenen Orte, wobei zu bemerken ist, daß, je zahlreicher die Beobachtungen sind, desto genauer das mittlere Resultat sich herausstellen wird.

Endlich machen wir den Leser darauf aufmerksam, daß der Meteorolog unter der Temperatur stets die der Luft an der Erdoberfläche versteht, wie sie von einem vor Ausstrahlung und jedem fremden Einflusse sorgfältig geschützten Thermometer angezeigt wird. Eine ganz andere Temperatur gibt ein Thermometer an, der den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist und seinerseits, wenn die Sonne nicht scheint, frei ausstrahlen kann; die Temperatur eines solchen wird sehr genau mit der wirklichen der Erdoberfläche zusammentreffen, wenn diese eben so ausgesetzt ist. Die unter diesen Umständen sich herausstellenden Schwankungen der Temperatur sind weit größer, als die oben erwähnten der Luft, obgleich das mittlere Resultat des Ganzen solcher Beobachtungen, wenn

es genau erhalten werden könnte, von dem mittleren der Beobachtung in der Luft wahrscheinlich verschieden wäre.

2. Von der gegenwärtigen Vertheilung der Temperatur auf der Erde. Von den Isothermallinien u. s. w. Klimate.

Vorausgesetzt wird bei dem Leser die Bekanntschaft mit den Grundsätzen der gewöhnlichen Eintheilung der Erdoberfläche in fünf Zonen oder Theile, welche die heiße, die zwei kalten und die zwei mittleren oder gemäßigten Zonen genannt werden, und daß im Allgemeinen die Pole und der Äquator die äußersten Temperaturen darbieten. Da nun gerade diese letztern unsere Aufmerksamkeit besonders in Anspruch nehmen müssen, so wollen wir zuerst die Temperatur der Polar- und der Äquatorialgegenden betrachten.

Temperatur der Pole und der Polargegenden. — Die wahrscheinliche mittlere Temperatur der Pole war von jeher ein wichtiger Gegenstand meteorologischer Untersuchungen. Jedoch muß man gestehen, daß es nach allem Dem, was in den letzten Jahren von den Engländern geschah, noch sehr viel braucht, um uns zu befriedigenden Schlüssen zu befähigen. So ist gezeigt worden, daß, wenn man die Temperatur des Nordpols zu berechnen versucht, sehr verschiedene Ergebnisse sich zeigen, je nachdem man die Temperatur der alten oder die der neuen Welt zu Grunde legt, indem nach der ersteren die Temperatur des Pols ungefähr 10° beträgt, während sie nach der letzteren weit unter Null steht. Hieraus hat man geschlossen, daß es zwei Punkte oder Pole von der größten Kälte gebe, welche sich ungefähr in der Breite von 80° nördlich und in den Längen von 95° östlich und 100° westlich befinden, und daß folglich der geographische Pol der Erdkugel nicht der kälteste Punkt der nördlichen Hemisphäre sei. Ob diese Annahme gegründet ist oder nicht, muß erst

noch durch künftige Beobachtungen entschieden werden. Bis jetzt kann man die Temperatur der Polargegenden noch nicht als ausgemacht betrachten.

Obgleich wir somit nicht im Stande sind, die Temperatur der Polargegenden mit Sicherheit anzugeben, so mag es nichts desto weniger interessant erscheinen, die niedrigsten Temperaturen, welche man bemerkt hat, kennen zu lernen. Die niedrigsten Ergebnisse authentischer Temperaturbeobachtungen, welche wir besitzen, sind vielleicht die vom Capitain Parry auf der Insel Melville aufgezeichneten. Hier stand der Thermometer auf dem Schiffe oft auf 50° und in einiger Entfernung vom Schiffe sogar auf 55° unter Null. Zwar meinen wir von der Angabe noch niedrigerer Temperaturen gehört zu haben, aber wahrscheinlich kann man sich nicht darauf verlassen. Der größte Kältegrad, den man bis jetzt künstlich hervorgebracht hat, war 91° unter Null.

Mittlere jährliche Temperatur unter dem Äquator. — Die Erforschung der mittleren jährlichen Temperatur der Polar- so wie der Äquatorialgegenden ist eine wichtige Aufgabe der Meteorologie. Humboldt setzte die mittlere Äquatorialtemperatur auf 81½° fest, und eben so ist sie von Andern angenommen worden. Untersuchungen haben jedoch neuerdings gezeigt, daß sie so 3 bis 4° zu niedrig angeschlagen ist; Humboldt dagegen beharrt auf seiner frühern Ansicht. Da unter dem Äquator nur etwa ⅙ des ganzen Umkreises der Erdkugel trocknes Land ist, so ist die allgemeine Äquatorialtemperatur, wie sie sich in der Wirklichkeit darstellt, vielleicht niedriger, als sie nach der Theorie sein sollte und sicher weit niedriger, als man aus Beobachtungen schließen sollte, welche auf dem Festlande in der Nähe des Äquators angestellt worden sind. So beträgt die mittlere Temperatur von Pondichery in der Breite von 11° 55′ nördlich wenigstens 85°, und würde nun aus ihr auf die Temperatur des Äquators nach den gewöhnlichen Grundsätzen geschlossen, so fiele das Resultat viel zu niedrig aus. Wie in Beziehung auf die Polargegen-

den, so besitzen wir auch zu einer vollkommen befriedigenden Bestimmung der Äquatorialtemperatur nicht die erforderlichen Data.

Als von den Polargegenden die Rede war, gaben wir den niedrigsten bis jetzt beobachteten Temperaturgrad an, vielleicht mag es hier, wo wir von den Äquatorialgegenden sprechen, nicht unpassend erscheinen, die höchste Temperatur anzugeben. Da sich übrigens derlei Beobachtungen hauptsächlich auf die zufälligen Bemerkungen von Reisenden gründen, so darf man sich im Allgemeinen nicht viel auf sie verlassen, oder sie müssen nur als Annäherung betrachtet werden. So ist in Benares der Thermometer als auf 110°, 113° und sogar 118° stehend beobachtet worden. In Sierra Leone wies er, wenn man ihn auf den Boden stellte, eine Temperatur von 138°. Auch Humboldt gibt viele Beispiele an, wo die Temperatur der Erdoberfläche 118°, 120° und 129° betrug, und einmal fand er, daß die Temperatur eines losen und groben Granitsandes sich auf 140° belief, während zu gleicher Zeit der Thermometer in der Sonne nur eine Temperatur von ungefähr 97° anzeigte.

Temperatur der mittleren Gegenden der Erdkugel. — Von den Isothermallinien rc. — In Beziehung auf die Temperaturen der Erdtheile zwischen den Polen und dem Äquator mag bemerkt werden, daß die oben erwähnte alte Abtheilung der Erdoberfläche in Zonen, durch die genauere und natürlichere sogenannte Isothermaleintheilung jetzt beinahe völlig verdrängt ist. Nach der letzteren werden alle Örter der Erde, welche dieselbe jährliche mittlere Temperatur haben, in Classen zusammengeordnet, und Linien, welche auf einer Karte durch solche Reihen von Örtern gezogen werden, nennt man Isothermallinien, d. h. Linien von gleicher Temperatur. Wie nach dem bereits Bemerkten zu erwarten steht, ist der Lauf dieser Linien keineswegs regelmäßig. So sollen zwei Reisende, der eine von London, der andere von Paris abgehen und Beide alle die

Örter auf der nördlichen Halbkugel besuchen, an welchen die mittleren jährlichen Temperaturen dieselben sind, wie in jenen zwei Städten. Hierbei wird es sich finden, daß die Linien ihrer Reiserouten oder die Isothermallinien dieser zwei Städte nicht blos den Parallelen ihrer Breite nicht folgen, sondern auch einander nicht parallel sein werden, und eben Dasselbe gilt von irgend welchen zwei andern Örtern der Erdkugel. Weil daher die Isothermallinien eben so zahlreich sind als die Örter und eben so mannichfaltig als zahlreich, so haben die Geographen sie in Gürtel oder Zonen gruppirt. So hat Humboldt, welchem wir sehr viel von Dem, was hierfür geschehen ist, verdanken, die nördliche Halbkugel in folgende sechs Isothermalgürtel oder Zonen eingetheilt, nämlich:

1) die Zone v. einer mittl. jährl. Temp. v. 32° bis 41°.
2) — — — — — — — — 41° — 50°.
3) — — — — — — — — 50° — 59°.
4) — — — — — — — — 59° — 68°.
5) — — — — — — — — 68° — 77°.
6) — — — — — — — — 77° aufwärts.

Wir wollen uns übrigens mit einer kurzen annähernden Nachweisung des Laufes der interessantesten dieser Linien begnügen, nämlich der Isothermallinie von 32°. Wenn wir dieser von den östlichen Theilen Sibiriens in einer Länge von 130° östlich folgen, so werden wir finden, daß sie in diesem Meridian etwa in der Breite von 59° nördlich anfängt, von wo aus sie sich allmälig nördlich wendet und den Parallelkreis von 60° ungefähr in der Länge von 90° durchschneidet. Von diesem Punkte aus geht sie noch weiter nördlich, und den nördlichen Polarkreis in einer Länge von 45° östlich durchschneidend, erreicht sie ihren nördlichsten Punkt ungefähr in einer Breite von 67½° und einer Länge von 10° östlich. Von hier aus wendet sie sich allmälig südlich, durchschneidet wieder den nördlichen Polarkreis in einer Länge von 15° westlich, und durch den nordwestlichen Theil Islands

gehend, schneidet sie den Parallelkreis von 60° in einer Länge von 42° westlich. Von da aus kommt sie weiter südlich bis zu der Breite von 54°, ein wenig nördlich von Table Bay auf Labrador, und wendet dann allmälig ihren Lauf, bis sie in einer Länge von 100° westlich in den mittleren Theilen des neuen Festlandes anlangt. Die Isothermallinie von 32° zieht sich also durch einen Raum von 14 oder 15° Breite, während ihr westliches Ende in den mittleren Theilen Amerikas 5 oder 6° näher am Äquator ist, als ihr östliches Ende in Sibirien — ein Umstand, welchen die größere Kälte des neuen Festlandes in derselben Breiteparallele hinreichend erklärt. Die übrigen Isothermallinien können wir hier nicht näher beschreiben; das Bemerkenswertheste an ihnen ist, daß sie, wenn sie sich dem Äquator nähern, allmälig weniger convex gegen Norden wenden, so daß die Isothermallinie von 77° sich nur wenig von einer mit dem Wendekreise des Krebses zusammentreffenden, geraden Linie unterscheidet.

Bei der oben beschriebenen Anordnung wird die Gesammtheit der mittleren Temperaturen des ganzen Jahres vorausgesetzt; aber es ist klar, daß derselbe Grundsatz auch auf einen bloßen Theil des Jahres angewendet werden kann, z. B auf die äußerste Winter- und Sommertemperatur. Diese Classificationen sind, wie wir jetzt sehen werden, von großer Wichtigkeit zur Bestimmung des besonderen Charakters eines Landes. Linien, die durch Örter gezogen werden, welche dieselben Sommer- und Wintertemperaturen haben, nennt man Isothermal- und Isocheimallinien, während solche, die durch Örter gezogen werden, welche andere Temperaturen gemeinschaftlich haben, andere entsprechende Namen führen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen lassen wir hier einen allgemeinen Abriß von der Vertheilung der Temperatur auf der nördlichen Halbkugel folgen, welchen wir mit Humboldt's Worten geben wollen.

„Europa im Ganzen", sagt dieser ausgezeichnete Gelehrte, „hat im Vergleich mit den östlichen Theilen

Amerikas und Asiens ein Insularklima, und auf derselben Isothermallinie werden die Sommer wärmer und die Winter kälter, jemehr wir von dem Meridian des Montblanc gegen Osten oder Westen uns wenden. Amerika kann als die westliche Verlängerung des alten Festlandes betrachtet werden, und die westlichen Theile aller Festländer sind unter gleichen Breiten nicht blos wärmer als die östlichen Theile, sondern sogar in den Zonen von gleicher jährlicher Temperatur sind an den Ostküsten der zwei Festländer die Winter strenger und die Sommer heißer, als an den westlichen. Der nördliche Theil Chinas, so wie die atlantische Gegend der Vereinigten Staaten, bietet scharf contrastirende Jahreszeiten dar, während die Küsten von Neucalifornien und von Columbia beinahe gleichgemäßigte Winter und Sommer haben. Die meteorologische Beschaffenheit nordwestlicher Länder ist der Europas 50 bis 52° Breite ähnlich. Vergleicht man in den zwei Klimasystemen die concaven und die convexen Spitzen derselben Isothermallinien, so finden wir in Neuyork den Sommer von Rom und den Winter von Kopenhagen, zu Quebeck aber den Sommer von Paris und den Winter von St. Petersburg. Auch zu Peking, das die mittlere Jahrestemperatur der Küsten von Britannien hat, ist die glühende Sommerhitze größer als in Kairo und der Winter nicht minder streng als in Upsala. Eben so herrscht in Moskau, dem Mittelpunkte Rußlands, dieselbe Sommertemperatur wie gegen die Mündung der Loire, trotz einem Unterschiede von 11° Breite; eine Thatsache, welche die Wirkungen der Ausstrahlung der Erde auf einem weiten, von Bergen entblößten Festlande auffallend zeigt. — Diese Ähnlichkeit zwischen den östlichen Küsten Asiens und Amerikas beweist genügend", fährt Humboldt fort, „daß die Ungleichheiten der Jahreszeiten von der Verlängerung und Ausbreitung der Festländer gegen den Pol, von dem Umfange der Seen im Verhältnisse zu ihren Küsten und von dem Vorherrschen der Nordwestwinde, nicht aber von der Nähe bedeutender Landhöhen in der Nachbarschaft

herrühren. Die große Fläche Landes in Asien reicht nicht über 52° Breite hinaus und in dem Innern des neuen Festlandes sind alle die ungeheuren, durch die Kette der Alleghanis und die Rocky Mountains begrenzten Ebenen nicht mehr als 656 bis 920 Fuß über der Meeresfläche erhaben."

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich auf die Temperatur der südlichen Halbkugel.

Die Temperaturen der nördlichen und der südlichen Halbkugel sind bedeutend verschieden. Diese Verschiedenheit beruht jedoch, wie wir sogleich darthun werden, nicht auf einem wesentlichen Unterschiede in dem Verhältnisse der von der Sonne herrührenden Wärme und des Lichts, sondern rührt von der sehr ungleichen Vertheilung von Wasser und Land auf den beiden Halbkugeln her, indem die kleine Quantität Landes auf der südlichen zur Ausgleichung der Jahreszeiten beiträgt.

Humboldt hat gezeigt, daß am Äquator je 40° bis 50° südlich die gleichen Isothermallinien auf beiden Halbkugeln beinahe gleichweit von den Polen entfernt sind, und daß, wenn man nur die transatlantischen Klimate zwischen 70 und 80° westlicher Länge in Betracht zieht, die mittleren Jahrestemperaturen, bei entsprechenden geographischen Parallelen, auf der südlichen Halbkugel sogar noch größer sind als auf der nördlichen. Also mehr die Vertheilung der Wärme zwischen den verschiedenen Jahreszeiten, als der absolute Betrag derselben während des ganzen Jahres, ist es, was den südlichen Klimaten einen besondern Charakter gibt und sie im Allgemeinen Insularklimaten nahe bringt Über 51° südlicher Breite hinaus ist die mittlere Temperatur nicht genau bekannt, jedoch hat man keinen Grund, zu glauben, daß die Isothermallinie von 32° weit mehr von dem Südpol entfernt sei, als auf der entgegengesetzten Halbkugel die gleiche Linie von dem Nordpol; und einige Umstände scheinen auf den ersten Anblick anzudeuten, daß sie dem ersteren sogar näher sei als dem letzteren, obgleich dies wahrscheinlich blos scheinbar ist. Über die

Temperatur des Südpols selbst, so wie des Nordpols, vermögen wir keine genaue Schätzung anzustellen.

Dies ist eine übersichtliche Darstellung der allgemeinen Vertheilung der Temperatur auf den beiden Halbkugeln. Nun gibt es zwar trotz der unendlichen, überall vorgehenden Wechsel an demselben Orte einen gewissen durchschnittlichen Zustand der Dinge, welcher Das ausmacht, was man das Klima des Ortes nennt, auch ist unzweifelhaft die Temperatur das wichtigste Ingredienz dieses Klimas. Aber die Umstände, welche noch außerdem zur Bildung des letztern beitragen, sind so zahlreich und verwickelt, und ihre Wirksamkeit ist daher so mannichfaltig, daß es ausnehmend schwer wird, sie auf eine befriedigende Weise zu entwirren und darzustellen. Übrigens scheinen die das Klima bildenden Momente am natürlichsten in zwei große Classen eingetheilt zu werden, nämlich in die primären, ursprünglichen, welche auf der Kugelgestalt der Erde, auf deren Bewegung in ihrer Bahn und auf ihrer Achse beruhen, und in die secundären, welche in mehr unmittelbarem Zusammenhange mit der Erdkugel selbst stehen und auf der Beschaffenheit ihrer Oberfläche beruhen, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, oder sofern sie mit der Atmosphäre zusammenhängt. Unter diesen zwei Abtheilungen wollen wir in den folgenden Capiteln das Klima zum Gegenstande unserer Untersuchung machen.

III. Von den ursprünglichen Momenten des Klimas oder von der Temperatur der Erde, sofern sie von der Kugelgestalt, so wie von der jährlichen und täglichen Bewegung der letztern abhängig ist.

Die Entfernung der Erde von der Sonne ist von der Art, daß man sich denken kann, die Strahlen der

letztern fallen parallel auf die Oberfläche der Erde. Ist dies aber der Fall, so ist klar, daß derjenige Theil der Strahlen, welcher, wie am Äquator unserer Erde, senkrecht fällt, einen ganz andern Raum auf der Erdoberfläche einnehmen wird, als eine gleiche Anzahl solcher, welche, wie in unsern Polargegenden, schief fallen. Wenden wir uns daher von dem Äquator gegen einen der Pole, so finden wir die Wärme und das Licht über allmälig größer werdende Theile der Erdoberfläche verbreitet, und in gleichem Verhältnisse nimmt die Intensität beider ab. Das Gesetz dieser Abnahme ist dem Mathematiker wohl bekannt, bedarf aber hier der Anführung nicht. Für unsern gegenwärtigen Zweck ist die Bemerkung hinreichend, daß unter den natürlichen Ursachen, welche die Vertheilung der Wärme und des Lichts unter den verschiedenen Breiten bestimmen, die Kugelform der Erde die hauptsächlichste ist.

Die zweite große natürliche Ursache der ungleichen Vertheilung des Lichts und der Wärme auf der Erde ist die Schiefheit der Bewegung der letztern in ihrer Bahn, in Beziehung auf die Ebene ihres Äquators. Von dieser Schiefheit rührt es her, daß während der jährlichen Umwälzung der Erde um die Sonne alle Theile ihrer Oberfläche zwischen den Breiten von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlich und südlich vom Äquator nach einander dem senkrechten Einflusse der Sonne ausgesetzt werden. Dieser schiefen Bewegung der Erde verdanken wir auch die grenzenlose Mannichfaltigkeit der Jahreszeiten in den verschiedenen Breiten.

Auch noch einen andern, mit der Bewegung der Erde in ihrer Bahn zusammenhängenden Umstand gibt es, welcher, da er ebenfalls den Charakter einer primären Ursache an sich trägt, hier kurz erwähnt werden mag. Die Erdbahn ist nämlich kein Kreis, sondern eine Ellipse, von welcher die Sonne einen der Brennpunkte bildet. Nun ist die Einrichtung getroffen, daß in der Mitte unseres Winters die Erde sich in dem der Sonne nächsten Theile ihrer Bahn befindet; daher ist sie an Weih-

nachten über eine Million Stunden der Sonne näher, als im Hochsommer. Hieraus könnte man schließen, auf die Temperatur der südlichen Halbkugel, welche während unseres Winters der Sonne direct ausgesetzt ist, werde diese größere Nähe Einfluß haben. Dem ist aber nicht so; denn die letztere wird durch die schnellere Bewegung der Erde auf diesem Theile ihrer Bahn beinahe ganz aufgewogen. Die Excentricität der Erdbahn hat deshalb wenig oder keinen Einfluß auf ihre Temperatur.

Die dritte große natürliche Ursache, welche auf die Vertheilung der Wärme und des Lichts auf der Erde einwirkt, ist die Umwälzung der letztern um ihre Achse. Dieser verdanken wir die unzähligen kleineren Wechsel der Temperatur, des Lichts und des Schattens, welche täglich und stündlich in der ganzen Welt vorgehen.

Dies sind die drei großen natürlichen Ursachen, welche die Vertheilung des Lichts und der Wärme auf der Erde bestimmen. Sie können als die nothwendigen Ergebnisse allgemeinerer Gesetze betrachtet werden, an welche es dem großen Schöpfer der Natur gefallen hat, sich zu binden, und die er gewöhnlich aufs strengste festhält. Warum aber unter den unzähligen möglichen Mitteln, wodurch Licht und Wärme von einer Centralsonne aus über einen entfernten Planeten verbreitet werden könnten und in andern Fällen wirklich verbreitet worden, gerade diese bestimmenden Ursachen für unsere Erde gewählt worden sind — das ist uns völlig unbekannt; daß jedoch diese Wahl mit einer weitern Absicht getroffen wurde, daran können wir nicht zweifeln, und eine solche Absicht des Schöpfers mag gewesen sein, durch die Mittel, welche er zur Aufhebung der aus diesen ursprünglichen Anordnungen nothwendig hervorgehenden Schwierigkeiten anwandte, uns seine Weisheit und Macht zu offenbaren. Auf anderen Planeten, wo andere ursprüngliche Einrichtungen zur Vertheilung des Lichts und der Wärme gemacht sind, bestehen wahrscheinlich auch andere Arten, die aus denselben entspringenden Schwierigkeiten zu be-

seitigen. Von solchen Einrichtungen können wir uns nun freilich keine Vorstellung bilden, aber bei den Bewohnern jener Planeten gelten sie ohne Zweifel für einen eben so schlagenden Beweis für die Weisheit und Macht Gottes, als bei uns die uns bekannten.

IV. Von den mehr untergeordneten Momenten des Klimas: ein Umriß derjenigen das Klima bestimmenden Umstände, welche mehr unmittelbar mit der Oberfläche der Erde, sofern diese aus Wasser oder Land besteht, oder mit der Atmosphäre zusammenhängen.

Im vorigen Abschnitt haben wir auf die Schwierigkeiten oder Bedürfnisse hingedeutet, welche nothwendig aus der Art und Weise entstehen, auf welche Licht und Wärme über unsere Erde verbreitet werden, und von diesen mag es, ehe wir weiter gehen, angemessen sein, einige der bedeutendsten herauszuheben.

Würden das Licht und die Wärme, welche von der Sonne auf die Erde kommen, nicht auf eine gewisse Art modificirt, so wären die Äquatorial- und die Polargegenden gleich unverträglich mit organischem Leben. Die Hitze zwischen den Wendekreisen und die Kälte an den Polen würden beide zerstörend wirken, während die mittleren Gegenden einer beständigen Aufeinanderfolge heftiger und plötzlicher Temperaturwechsel, welche den gegenwärtigen Zustand der Dinge unmöglich machte, ausgesetzt wären. Um daher diese Erde zu einem geeigneten Wohnplatze für solche Wesen zu machen, von welchen gegenwärtig ihre Oberfläche eingenommen wird, war es nothwendig, jene heftigen und plötzlichen Temperatur-

wechsel zu mildern. Deshalb geben offenbar einen der glänzendsten Beweise für das Vorhandensein eines Zweckes in der Natur jene Hülfsanordnungen ab, durch welche die aus den ursprünglichen Anordnungen nothwendig erfolgten Schwierigkeiten aufgehoben und gemindert wurden, und durch die der größere Theil der Erdoberfläche für organische Wesen von demselben allgemeinen Charakter zugänglich geworden ist. Diese Hülfsanordnungen haben wir nun zu erläutern.

Die secundären oder Hülfsmomente des Klimas zerfallen von selbst wieder in zwei Abtheilungen, nämlich in solche, welche mit der Erdoberfläche, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, und in solche, welche mit der Atmosphäre zusammenhängen.

Bei dem folgenden Umrisse dieser Momente war es, wie gewöhnlich, mehr unser Bestreben, Grundsätze zu erläutern, als in Einzelnheiten einzugehen, und so weit es sich mit einer allgemein verständlichen Darstellung vereinigen ließ, suchten wir darzuthun, wie die Gesetze des Lichts und der Wärme wirken, um die Erscheinung des Klimas hervorzubringen.

1) Von denjenigen untergeordneten Momenten des Klimas, welche auf der Beschaffenheit der Erdoberfläche, sofern diese aus Land oder Wasser besteht, beruht.

Bei dem Versuche, die Wirksamkeit der Gesetze des Lichts und der Wärme zur Erzeugung des Klimas zu erklären, wollen wir der Ordnung folgen, in welcher jene Gesetze in frühern Capiteln erörtert wurden, d. h. wir wollen zuerst den Einfluß der Wärme und des Lichts betrachten, sofern er auf den Zuständen ihrer Latenz und Zersetzung, und sodann denjenigen, welcher auf ihrer Ausstrahlung, Leitung und Zuführung beruht. Und bei der Aufnahme dieser schwierigen Untersuchung ist die absolute Quantität des Lichts und der Wärme, die von

der Sonne auf die Erde strömen, der erste Gegenstand, welcher unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt.

a) Verhältnisse der Wärme und des Lichts, welche von der Sonne auf die Erdoberfläche gelangen. — Die absolute Quantität der Wärme und des Lichts, welche von der Sonne auf unsere Erdkugel strömen, vermögen wir nicht genau zu schätzen. Pouillet hat zu zeigen gesucht, daß der Betrag der Wärme, welche die Erde jährlich von der Sonne empfange, demjenigen gleich sei, der nöthig wäre, um eine etwa 46 Fuß dicke und die ganze Oberfläche der Erde bedeckende Eislage zu schmelzen. Dieser Anschlag ist jedoch nur als ein grober Umriß anzusehen. Die Schwierigkeit besteht nicht blos in der Unmöglichkeit, sich genaue Vorstellungen von der Quantität der Wärme und des Lichts zu bilden, welche wirklich zu einer gegebenen Zeit an einem gegebenen Orte anlangt, sondern auch in der weitern Unmöglichkeit, auch nur eine Muthmaßung über diejenigen Theile aufzustellen, welche latent werden, oder auf eine andere Weise beim Durchgange der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre verloren gehen. Die folgenden Bemerkungen werden nun zwar von der absoluten Quantität des Lichts, welches die Erde erreicht, einen Begriff zu geben suchen; aber zum Voraus machen wir den Leser darauf aufmerksam, daß die aufgestellten Resultate großer Ungewißheit unterworfen sind. Auch wissen wir nicht, ob man sie gleicher Weise auf die Wärme anwenden darf, die, obgleich sie Gesetzen gehorcht, welche denen des Lichts ziemlich ähnlich sind, nichts desto weniger ihre besondern Gesetze hat. Man hat berechnet, daß ein scheitelrechter Blitzstrahl bei seinem Durchgange durch die reinste Luft wenigstens 1/5 seiner Intensität verliere, ehe er die Erdoberfläche erreicht. Nach diesem, so wie nach der erfahrungsmäßigen Beschaffenheit der Atmosphäre hat man die Schätzung gemacht, daß unter den günstigsten Umständen von 1000 aus der Sonne ausströmenden Strahlen nur 378 im Durchschnitte auf die Oberfläche der Erde am Äquator

durchdringen können, 228 unter der Breite von 45°, und 110 an den Polen, während bei wolkigtem Wetter diese Verhältnisse noch um ein gutes Theil geringer ausfallen.

Für jetzt richtet sich unsere Aufmerksamkeit blos auf diejenigen Theile des Lichts und der Wärme, welche wirklich auf die Erdoberfläche gelangen; über die in der Atmosphäre zurückbleibenden werden wir später einige Bemerkungen machen.

b) Vertheilung der Wärme und des Lichts auf der Erdoberfläche in der latenten Form. — Die Vertheilung des Lichts und der Wärme im Zustande der Latenz richtet sich wahrscheinlich nach Gesetzen, welche der oben erwähnten der Vertheilung der fühlbaren Wärme und des sichtbaren Lichts sehr ähnlich sind, d. h. die latente Quantität nimmt, wie die empfindbare, vom Äquator aus gegen die Pole hin ab. Über diesen Gegenstand fehlen uns jedoch die nöthigen Data, um uns von dem Betrage und dem eigentlichen Gesetze der Vertheilung auch nur eine Ansicht zu bilden, geschweige dieselben bestimmt anzugeben; alles dieses muß künftigen Untersuchungen anheimgestellt bleiben. Aber von der unübersehbaren Wichtigkeit der Latenz der Wärme im Haushalte der Natur werden die folgenden kurzen Bemerkungen einen Begriff geben.

Wir wollen das bekannte Beispiel des Wassers nehmen, da der Einfluß der Latenz der Wärme vielleicht durch nichts deutlicher dargelegt werden kann, als durch diese wichtige Flüssigkeit. An einem andern Orte dieses Werks haben wir gezeigt, daß die Temperatur des Wassers, wenn es einerseits fest und andererseits gasförmig wird, eine Pause macht, und daß diese Veränderung nie plötzlich vorgeht. Die Folge dieser Einrichtung ist, daß Eis und Dunst langsam und allmälig gebildet werden und eben so allmälig sich in Wasser verwandeln, während plötzliche Übergänge von einem Zustande in den andern auf diese Weise völlig un-

möglich gemacht sind. Wäre diese bewundernswürdige Vorsichtsmaßregel nicht getroffen, so würden uns beständig Überschwemmungen und andere Gefahren drohen, welche die Welt durchaus unbewohnbar machten. Es ist daher unmöglich, die Anordnung selbst oder die Mittel, wodurch sie bewerkstelligt ist, zu erwägen, ohne von der tiefsten Bewunderung nicht blos der Weisheit des großen Anordners, sondern auch seiner Huld und Güte durchdrungen zu werden.

c) Allgemeine Vertheilung der Elektricität und des Magnetismus auf der Erde. — Die neuen Entdeckungen über den Zusammenhang der Elektricität und des Magnetismus haben viel Licht auf die Vertheilung dieser wichtigen Agentien auf der Erdkugel geworfen, und welche Stufe die Erkenntniß derselben bis jetzt erreicht hat, wird dem weiteren Kreise der Leser aus der folgenden Übersicht deutlich werden.

Jeder kennt die gewöhnlichen Erscheinungen, welche eine frei aufgehängte Magnetnadel darbietet, und ihr Streben, eine mehr oder weniger der Erdachse parallele Lage anzunehmen, d. h. auf der ganzen Erde richtet sich eine Magnetnadel gegen Norden und Süden. Auch sind die meisten wahrscheinlich mit der Erscheinung bekannt, welche man die Neigung der Magnetnadel nennt; so wird in der Breite von London eine genau ins Gleichgewicht gesetzte und frei aufgehängte Nadel, anstatt eine wagrechte Lage anzunehmen, sich, da der Nordpol abwärts liegt, unter einem Winkel von 70° in Ruhe setzen. Bringen wir eine solche Magnetnadel südwärts gegen den Äquator hin, so bemerken wir, daß die Neigung allmälig abnimmt, bis sie auf einem gewissen Punkte, welcher nahe mit dem Äquator der Erde zusammentrifft, ganz aufhört und die Nadel eine völlig wagerechte Lage annimmt. Gehen wir weiter gegen Süden, so zeigt sich die Neigung wieder, aber mit einer entgegengesetzten Richtung; um die Ursache dieser Neigung der Magnetnadel und ihrer allgemeinen Richtung einzusehen, dürfen

wir nur bedenken, daß die Erde selbst wie ein großer Magnet wirkt, dessen Pole unter seiner Oberfläche liegen. Die Richtung der Nadel rührt von diesen Polen her, und wenn sich dieselbe auf der nördlichen Seite des Aequators befindet, wo der Nordpol der Erde die größte Einwirkung äußert, so wird sie abwärts gegen den letztern gezogen, und deswegen müßte sie gerade über dem magnetischen Pole eine scheitelrechte Lage einnehmen. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich auf der südlichen Halbkugel, aber hier herrscht der Südpol vor und drückt deshalb den entsprechenden Pol der Nadel nieder, während am magnetischen Äquator die letztere wegen gleicher Wirksamkeit beider Pole eine völlig wagerechte Lage annehmen wird. Hierbei ist zu bemerken, daß weder die magnetischen Pole, noch der magnetische Äquator mit den Polen und dem Äquator der Erde genau zusammentreffen, und daß dieses Nichtzusammentreffen die Folge oder vielmehr die Ursache Dessen ist, was man die Abweichung der Nadel nennt, welche sich nicht blos in verschiedenen Theilen der Welt verschieden gestaltet, sondern auch an demselben Orte periodischen Verschiedenheiten, deren Ursache aber bis jetzt noch wenig bekannt ist, unterworfen zu sein scheint. Dies sind die hauptsächlichsten Erscheinungen der Magnetnadel, so weit sie die magnetische Wirksamkeit der Erde beweisen; wir wollen sie nun ein wenig weiter zu erklären suchen.

Bereits bemerkt haben wir, daß man sich die Wirksamkeit der Erde wie die eines großen Magnets vorstellen könne. Nun haben wir oben gezeigt, daß, wenn sich eine Magnetnadel in ihrer natürlichen Lage gegen Norden und Süden befindet, elektrische Ströme in Flächen, welche rechte Winkel zu der Nadel bilden, sich auf der östlichen Seite derselben herab bewegen, unter ihr durchgehend von Osten nach Westen sich wenden und auf ihrer westlichen Seite wieder aufsteigen. Eben so müssen wir annehmen, elektrische Ströme circuliren auch in der Erde, besonders in der Nähe ihrer Oberfläche, und fließen in dem magnetischen Äquator parallelen Flächen be-

ständig von Osten nach Westen; und wenn das Dasein solcher Ströme bewiesen werden kann, so erklären sie vollständig die magnetische directive Eigenschaft der Erde. Es frägt sich daher zunächst, in wie fern wir berechtigt sind, das Dasein solcher elektrischen Ströme in der Erde anzunehmen?

Wir haben bereits die Ansicht berührt, daß die Wärme gelegentlich in elektrische und magnetische Thätigkeit übergehe; eine Ansicht, welche nach Einigen durch die Erscheinungen der Thermo-Elektricität große Wahrscheinlichkeit enthält. Ob nun diese Erscheinungen wirklich auf der Zersetzung von latenter oder empfindlicher Wärme, oder auf einer andern Ursache beruhen, ist von geringer Bedeutung. Die Erscheinungen selbst sind außer Zweifel und scheinen die allgemeine Vertheilung der Elektricität und des Magnetismus auf der Erde auf das Befriedigendste zu erklären. Nämlich, während der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Achse von Westen nach Osten werden die einzelnen Theile ihrer Oberfläche nach einander in der entgegengesetzten Richtung oder von Osten nach Westen den Sonnenstrahlen ausgesetzt. So wird also die Erdoberfläche, besonders zwischen den Wendekreisen, allmälig von Osten nach Westen erwärmt und abgekühlt, und zu gleicher Zeit werden, nach den Grundsätzen der Thermo-Elektricität, elektrische Ströme in derselben Richtung entstehen; fließen nun aber einmal diese Ströme von Osten nach Westen, so werden sie zu dem Magnetismus der Erde von Norden nach Süden Veranlassung geben. Daher wird die magnetische directive Kraft der Erde in einer mit ihrer Achse beinahe parallelen Richtung von den thermo-elektrischen Strömen abgeleitet, welche in den Äquatorialgegenden durch die hier stattfindende ungleiche Vertheilung der Wärme entstehen und hauptsächlich von der täglichen Bewegung der Erde herrühren.

Diese schönen neuen Entdeckungen zeigen auf das Schlagendste, daß die Wirkungen der Natur desto außerordentlicher erscheinen und zugleich eine desto größere Ein-

fachheit und Weisheit des Zweckes zeigen, je besser man sie verstehen lernt. Durch welch einfache Mittel werden diese wunderbaren Erscheinungen der Elektricität und des Magnetismus der Erde, welche früher so unregelmäßig und verworren schienen, hervorgebracht! Und welche Ermuthigung geben uns diese Entdeckungen zu ferneren Untersuchungen, welche ein weiteres Licht auf die Mittel des großen Weltbaumeisters werfen mögen!

d) Vertheilung des Lichts in der zersetzten Form auf der Erde. — Jedermann weiß, daß die schimmerndste Farbenpracht in den wärmeren Himmelsstrichen entfaltet ist, und daß, je mehr man sich den kälteren Gegenden nähert, die Tinten der Naturgegenstände im Allgemeinen trüber und schwächer werden, bis sie in dem Weiß des Polarschnees verschwinden. Auch kennen die Meisten die Wirkungen, welche die völlige Entziehung des Lichts auf Pflanzen und Thiere hervorbringt. Daher dürfen wir den Leser beinahe nur an Das erinnern, was ihm bereits bekannt sein muß, nämlich, daß die starken Farben der tropischen Erzeugnisse jeder Art, betrachten wir nur das prächtige Gefieder der Vögel oder den bunten Schmuck der Fische und Insekten, so auffallend sind, daß sie für jene Erzeugnisse völlig charakteristisch werden. Unter den höheren Breiten, wo der Abstand zwischen den Sommern und Wintern sehr groß ist, wechseln sogar die Farben einiger Thiere mit den Jahreszeiten, indem dieselben im Sommer gewöhnlich von dunkler, im Winter aber von beinahe weißer Farbe sind, während man in den Polargegenden Alles mehr oder weniger weiß findet; und die natürliche Decke der Erde selbst, der Schnee, ist der weißeste Körper in der Natur.

Ehe wir den wichtigen Punkt von den Farben der Gegenstände, welcher später genauer besprochen werden wird, aus dem Gesichte verlieren, können wir nicht umhin, zu bemerken, daß die Farben gewöhnlich als ein schlagender Beweis für die Güte Gottes betrachtet werden.

Sie sind überall den Menschen angenehm, selbst der Unachtsamste und Unwissendste wird durch ein schimmerndes Farbenspiel angezogen und ergötzt. Nun ist aber dieses Vergnügen ein freiwilliges Geschenk des Schöpfers und setzt seine Güte in das hellste Licht. Es war kein Grund vorhanden, warum die Menschen überhaupt hätten Farben unterscheiden, geschweige durch sie ergötzt werden müssen; aber dennoch sind wir nicht blos mit ausnehmend feinen Organen zur Empfindung der Schönheit der Farben begabt, sondern auch die ganze Natur bildet, wie nur zur Ergötzung dieses Sinns, von ihren höchsten Erzeugnissen an bis zu den niedersten herab, ein mit deu herrlichsten Farben prangendes Gemälde, in welchem jede mögliche Tinte auf jede mögliche Weise contrastirt, oder gemischt ist. Könnte es daher ein menschliches Wesen geben, welches das glänzende Farbenspiel der Atmosphäre, die Schönheit und grenzenlose Mannichfaltigkeit der Tinten, die jeder Gegenstand der um ihn ausgebreiteten Natur bis zu dem kleinsten Insekte oder Blümchen zu seinen Füßen, sehen, welches sich des Genusses, den der Anblick dieser Gegenstände gewährt, bewußt sein und einsehen könnte, daß dieser Genuß zu seiner Existenz nicht nothwendig ist und ihm daher hätte vorenthalten werden können — könnte es, fragen wir, einen Menschen geben, welcher alle diese Dinge gebührend zu betrachten vermöchte, ohne zu der Überzeugung zu gelangen, daß das Wesen, welches sie geschaffen hat, ein gütiges sein muß?

e) Gesetze der Absorption, der Radiation und Reflection der Wärme und des Lichts. — Diese Gesetze begreift man in ihrer Anwendung auf die Erde im Allgemeinen bis jetzt nur sehr unvollkommen. Folgende Bemerkungen mögen dazu dienen, dem Leser eine Vorstellung von dem Wenigen, was wir darüber wissen, beizubringen.

Der Leser wird sich noch des früher Gesagten erinnern, daß das Absorptionsvermögen der Körper in Beziehung auf die Wärme und vielleicht auch auf das Licht

in gleichem Verhältniß zu ihrem Ausstrahlungs- und in umgekehrtem zu ihrem Reflectionsvermögen stehe. Dies ist die allgemeine Ansicht, und in Beziehung auf die Wärme und das Licht der Sonne scheint sie wohl begründet zu sein; aber wir werden bald sehen, daß es gewichtige Gründe zu der Vermuthung gibt, das Ausstrahlungsvermögen folge nicht immer demselben Gesetze, wie das Absorptionsvermögen. Vorher wollen wir jedoch Das angeben, was über diese Punkte vorgebracht worden ist.

Daniell hat zu zeigen versucht, daß, je weiter man von dem Äquator gegen die Pole komme, die Absorption und Radiation der Sonnenwärme zunehme. So findet in einem tropischen Klima und unter dem Einflusse einer scheitelrecht fallenden Sonne zwischen zwei Thermometern, wovon der eine mit schwarzer Wolle bedeckt und den Strahlen der Sonne ausgesetzt wird, damit er die einströmende Wärme möglichst absorbire, der andere aber unbedeckt im Schatten steht, kein größerer Unterschied statt, als ungefähr 47°, während zwei Thermometer unter den gleichen Verhältnissen zu London in der Mitte des Sommers einen Unterschied von 65° anzeigen, und in den nördlichen Gegenden derselbe oft wenigstens 90° beträgt, so daß also in den letztern unter denselben Umständen doppelt so viel Wärme und Licht absorbirt wird, als unter den Tropen. Eben derselbe hat auch darzuthun gesucht (was allerdings aus dem angenommenen Verhältnisse der Absorption und Radiation der Wärme und des Lichts, von welchem oben die Rede war, gefolgert werden konnte), daß die Ausstrahlung der Wärme aus der Erdoberfläche den nämlichen Gesetzen gehorche, d. h. daß die Quantität, welche aus der Erde ausgestrahlt wird, von dem Äquator gegen die Pole hin zunehme. Ziemlich ähnliche Gesetze, welche, wenn man sie besser kennen lernte, wahrscheinlich diese Erscheinungen sehr aufklären würden, scheinen in Beziehung auf das Licht zu bestehen. So bemerkten wir schon, daß, wenn ein Lichtstrahl auf flüssige durchscheinende Körper oder

auf Metalle falle, die reflectirte Quantität mit dem Einfallswinkel, von der Perpendicularlinie an gerechnet, zunehme, während folglich eie absorbirte Quantität in demselben Verhältnisse abnehme; daß aber umgekehrt, wenn ein Strahl auf weiße, nicht durchsichtige Körper falle, die reflectirte Quantität abnehme, je größer der Einfallswinkel werde, folglich die absorbirte Quantität in dem gleichen Verhältnisse zunehme. Folgt daher die Wärme demselben Gesetze, so ist klar, daß die von der Erde absorbirte Quantität Sonnenwärme vom Äquator gegen die Pole hin, d. h. je nach dem Wachsen ihres Einfallswinkels, wie Daniell zu zeigen versucht hat, zunehmen muß. Es ist jedoch zu bemerken, daß die Richtigkeit der Ansichten des letztern in Frage gestellt worden sind, und daß einige neuere, unter höheren Breiten angestellte Beobachtungen dieselben nicht ganz bestätigen. Wir berühren diesen Gegenstand lediglich, um die Aufmerksamkeit der Meteorologen auf ihn zu richten, da er zwar von großer Wichtigkeit, aber bis jetzt keineswegs genügend aufgeklärt ist. Man hat allen Grund, zu glauben, daß die Absorption (und vielleicht auch die Radiation) der Wärme und des Lichts unter einigen ihrer Modificationen sehr von der Polarisation und folglich von gewissen Einfalls- und Reflectionswinkeln influenzirt werden, und daß also diese Umstände genau mit der Vertheilung der Wärme und des Lichts, besonders unter den höheren Breiten, wo sie keinen geringen Einfluß auf organische Wesen ausüben mögen, zusammenhängen. Die obigen Bemerkungen scheinen auf das Vorhandensein gewisser allgemeiner Gesetze hinzuweisen, deren Entdeckung wir unzweifelhaft von der Zukunft erwarten dürfen.

Bei der Angabe des Einflusses der Farben auf die Absorption und Reflection der Wärme und des Lichts bemerkten wir, daß Schwarz und dunkle Farben überhaupt am meisten absorbiren und am wenigsten reflectiren, umgekehrt aber Weiß und helle Farben am meisten reflectiren und am wenigsten absorbiren. Wir wollen

jetzt diesen interessanten Gegenstand genauer untersuchen, indem wir folgende Fragen erwägen: Warum herrscht die weiße Farbe in den Polargegenden vor? Warum ist z. B. der Schnee weiß? und umgekehrt, warum trifft man alle Arten von dunklen und starken Farben in den tropischen Klimaten, Weiß aber verhältnißmäßig selten? Könnte der Schnee nicht auch schwarz sein, statt weiß, was eben so leicht möglich sein müßte, wenn seine Farbe das Ergebniß des Zufalls wäre; oder könnte nicht das Weiß auch unter dem Äquator vorherrschen? Die beste Art, diese Frage zu beantworten und den Gegenstand in ein helles Licht zu setzen, ist vielleicht die, daß wir untersuchen, was die Folge davon wäre, wenn die weiße Farbe unter dem Äquator und die schwarze an den Polen vorherrschte.

Da der Voraussetzung gemäß Licht und Wärme in Beziehung auf ihre Absorption, Radiation und Reflexion beinahe denselben Gesetzen gehorchen, so ist einleuchtend, daß, wenn das Weiß in den tropischen Klimaten vorherrschte, beinahe die ganze Masse der Wärme und des Lichts der Sonne, anstatt absorbirt zu werden, reflectirt würde. Die Folge hiervon wäre, daß die Anhäufung der Wärme und der Glanz des Lichts in den unteren Regionen der Atmosphäre an der Oberfläche der Erde unerträglich, und daß daher jene Gegenden, wenigstens für die jetzt vorhandenen Gattungen von Wesen, völlig unbewohnbar wären. Auch würde die Oberfläche der Erde selbst, obgleich sie nur langsam erwärmt würde, doch mit der Zeit zu sehr erhitzt, und am Ende, bei ihrem geringen Ausstrahlungsvermögen, wahrscheinlich so heiß werden, daß die Hitze nicht ausgehalten werden könnte. Nun aber werden, wegen der dunklen Farbe der Gegenstände am Äquator, die Wärme und das Licht der Sonne daselbst schnell absorbirt und wieder ausgestrahlt, oder vielleicht wird die Wärme, wie das Licht, zersetzt, und auf diese Weise der vergleichungsweise gemäßigte und genau das Gleichgewicht haltende Zustand

des Ganzen bewahrt, welcher sogar die heißesten Theile der Erdoberfläche bewohnbar macht.

Auf der andern Seite wollen wir sehen, was die Folge davon wäre, wenn der Schnee eine schwarze Farbe hätte, oder mit andern Worten, wenn die letztere in den Polargegenden vorherrschte. In diesem Falle nämlich würde das wenige Licht und die geringe Wärme, welches jenen Gegenden zu Theil wird, absorbirt, und die Wirkung davon wäre mehr oder weniger vollständige Dunkelheit. Auch hätte man, bei dem schnellen Schmelzen des Schnees, in Folge des geringsten Einflusses der Wärme und des Lichts, beständig Überschwemmungen zu befürchten. So wären die gesammten Polargegenden der Erde eine mit organischem Leben unverträgliche, finstere Einöde. Auch durch die gegenwärtige Einrichtung sind alle diese Übelstände beseitigt. Der weiße Schnee absorbirt einen gewissen Theil Licht und Wärme (vermöge einer schönen Vorsorge desto mehr, je größer der Einfallswinkel wird), während so viel Licht reflectirt wird, als heilsam ist, und nicht mehr. So gibt die Anordnung der Farben der Körper nach den Verhältnissen, in welche diese gesetzt sind, ein Beispiel von den Mitteln zur Hebung jener kleineren Schwierigkeiten, welche nothwendig aus der ursprünglichen Vertheilung von Licht und Wärme sich ergeben, und bietet zugleich einen der schönsten Beweise für die zweckmäßige Einrichtung der Welt überhaupt dar.

Endlich mag es der Mühe werth sein, die Aufmerksamkeit des Lesers auf den scharfen Contrast zu lenken, welcher zwischen den wägbaren Formen der Materie, in Betreff der Leichtigkeit, womit sie zersetzt werden, so wie der Arten, in welchen sie in der Natur bestehen, stattfindet.

Wir haben gesehen, daß zur Erhaltung der Gleichartigkeit und Integrität wägbarer Körper, wie des Wassers und der Luft, künstliche Vorrichtungen getroffen sind, welche das entschiedene Vorhandensein eines Zwecks, ja die höchste Weisheit beurkunden, indem eine Zersetzung

oder andere Anordnung des Wassers und der Luft sich für organische Wesen sogleich als zerstörend erweisen würde. Allein für die Erhaltung der Gleichartigkeit des Lichts und vielleicht auch der Wärme, ist keine solche Vorsorge getragen, weil keine nöthig war. Die Zersetzungen dieser Agentien haben deshalb ihren natürlichen Lauf, und in Folge einer bewundernswürdigen Einrichtung schaden uns die Farben u. s. w. so wenig, daß sie vielmehr eine Hauptquelle unseres Wissens und Glückes ausmachen.

f) Leitung der Wärme unter der Erdoberfläche auf dem Lande. — Von wenigen Zollen an bis zu einem Fuß oder mehr unter der Erde nimmt der Boden an den Schwankungen der Temperatur der Oberfläche sehr großen Antheil. Im Allgemeinen, kann vielleicht gesagt werden, ist die Temperatur der Erdoberfläche bei Tage etwas höher als die der aufliegenden Atmosphäre, bei Nacht aber etwas niedriger, obgleich es hierbei viel auf die Beschaffenheit des Bodens, auf sein Ausstrahlungs- und Leitungsvermögen und auf eine Menge anderer Umstände ankommt, welche sich Jeder leicht denken kann. In einer gewissen, je nach der Breitenlage und andern Verhältnissen verschiedenen, Entfernung von der Oberfläche jedoch muß es eine Schichte geben, wo die Temperatur das ganze Jahr hindurch ganz oder beinahe gleich ist. Versuche sind über diesen Gegenstand schwer anzustellen; aber man hat Grund, zu glauben, daß die Temperatur dieser unveränderlichen Schichte beinahe mit der jährlichen mittleren Temperatur des Orts zusammentrifft, und daß ihre Tiefe unter der Oberfläche in den verschiedenen Breiten zwischen 40 und 80 Fuß variirt. Kaum bedarf der Leser der Erinnerung, daß die wohlbekannte Gleichförmigkeit der Temperatur in Kellern und Gewölben ihre Ursache hauptsächlich in den Umständen hat, welche wir gegenwärtig untersuchen. Als ein Beispiel von der Gleichförmigkeit der Temperatur an solchen Oertern mag erwähnt werden, daß ein Thermometer, welchen man in den Gewölben unter der Stern-

warte zu Paris, in einer Tiefe von ungefähr 85 Fuß unter der Oberfläche, aufstellte, innerhalb 50 Jahren kaum mehr als $^1/_4$ Grad von 11,82° der hunderttheiligen, oder von $53^1/_4$° der Fahrenheitschen Scala abwich. Einige wenige Versuche sind auch angestellt worden, um den Wechsel der Temperatur das Jahr hindurch in verschiedenen Tiefen von der Oberfläche abwärts bis zu der unveränderlichen Schichte auszumitteln, und Folgendes ist eine Übersicht über die Ergebnisse, welche vielleicht auf die nördliche Halbkugel allgemeine Anwendung finden.

Im August nimmt die Temperatur der Erde in geringer Entfernung unter der Oberfläche bis zu der Schichte der unveränderlichen Temperatur in beinahe gleichem Grade ab. Im September ist sie bis zu 15 oder 20 Fuß unter der Oberfläche fast gleich; jenseits dieser Tiefe aber nimmt sie bis zu der unveränderlichen Schichte langsam ab. Während des Octobers und Novembers steigt sie von der Oberfläche an bis zu einer Tiefe von 15 oder 20 Fuß, von wo an sie beinahe mit der Temperatur der unveränderlichen Schichte gleich bleibt. Im December, Januar und Februar, wo die Temperatur auf der Oberfläche ihren niedersten Punkt erreicht hat, steigt sie unter derselben bis zu jener Schichte in fast gleichem Grade. Im März und April nimmt sie bis zu einer Tiefe von 1 oder 2 Fuß reißend schnell ab, langsamer aber unter dieser Tiefe, und noch weiter unten nimmt sie ein wenig zu. Während der Monate Mai, Junius und Julius, wo die Temperatur auf der Oberfläche ihren höchsten Grad erreicht hat, nimmt sie unter derselben ab, aber weniger schnell und bis zu einer größern Tiefe; dann beginnt sie ein wenig zu steigen, bis zu der unveränderlichen Schichte. Die Schnelligkeit jedoch und der Grad, in welchen die Veränderung vor sich geht, so wie die letzteren selbst, scheinen nicht blos an verschiedenen Örtern unter der nämlichen Isothermallinie, sondern auch an dem nämlichen Orte zu verschiedenen Jahreszeiten bedeutend zu variiren.

Da die Wärme vermittelst der Leitung durch den

Boden fortgepflanzt wird, so verbreitet sie sich nach allen Richtungen. Daher darf man annehmen, daß sie sich sowohl seitwärts als abwärts bewege; und im Allgemeinen suchen die Temperaturen benachbarter Flecke wahrscheinlich einander auszugleichen. Aber im Ganzen muß der Einfluß der seitwärts gehenden Fortpflanzung der Wärme durch die festen Theile der Erde sehr gering sein.

g) Fortpflanzung der Wärme und des Lichts unter der Erdoberfläche im Wasser. — Das Wasser ist ein sehr unvollkommener Wärmeleiter im gewöhnlichen Sinne des Worts. So kann ein bedeutender Grad von Wärme eine ziemliche Zeit der Oberfläche einer Wassermasse mitgetheilt sein, ohne auf die Temperatur der unteren Theile einen bedeutenden Einfluß zu äußern; so unvollkommen und langsam wird die Wärme durch diese Flüssigkeit geleitet. Den Proceß, mittelst dessen die Wärme durch das Wasser geleitet wird, haben wir Wärmezuführung genannt. Wird dem Boden eines mit Wasser angefüllten Gefäßes Wärme mitgetheilt, so dehnt sich der zuerst gewärmte Theil des Wassers aus und wird so specifisch leichter, hierauf erhebt er sich zur Oberfläche und führt die neuerlangte Temperatur mit sich, während ein anderer kälterer Theil auf den Boden sinkt und so ebenfalls gewärmt wird, und dies dauert so lange fort, bis die ganze Masse gleichmäßig warm ist.

In Beziehung auf die Fortpflanzung des Lichts durch das Wasser hat man berechnet, daß nicht der zehnte Theil des hereinfallenden Lichts auch in dem hellsten Wasser fünf Klaftern tief kommen kann, daß sogar von scheitelrechten Strahlen die Hälfte in den ersten 17 Fuß verloren geht und daß jene auf den vierten Theil zusammenschwinden, wenn sie in eine Tiefe von 34 Fuß kommen sollen. Daraus folgt, daß nur der 100,000ste Theil der scheitelrechten Strahlen eine Tiefe von 47 Klaftern erreichen kann, wo er dann beinahe dem Schimmer des Zwielichts gleich ist, und daß die Tiefen des Oceans in immerwährender Dunkelheit sich befinden müssen.

Dies sind die allgemeinen Gesetze, nach welchen das Licht und die Wärme im Wasser fortgepflanzt werden. Als wir jedoch an einem frühern Orte von dieser Flüssigkeit sprachen, berührten wir eine gewisse Eigenschaft des Wassers, welche im Haushalte der Natur von der größten Wichtigkeit ist und vielleicht mehr als irgend etwas Anderes auf einen Zweck hindeutet, da sie gleich der Zusammensetzung der Atmosphäre eine ausdrücklich auf die Hervorbringung einer besondern Wirkung abzielende Ausnahme von einem allgemeinen Gesetze bildet. Wir haben nämlich als ein allgemeines Gesetz erwähnt, daß alle Körper in jedem Zustande der Aggregation durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte aber zusammengezogen werden; nun aber macht das Wasser eine entschiedene Ausnahme von diesem Gesetze. Wie andere Körper zieht es sich zwar bei der Entfernung der Wärme zusammen, aber nur so lange, bis seine Temperatur vom Gefrierpunkte noch 7 bis 8° entfernt ist. In dieser Entfernung beginnt es sich wieder auszudehnen, und zwar so lange, bis es zu Eis wird, in welchem Augenblicke des Gefrierens eine plötzliche und bedeutende Ausdehnung stattfindet. Daher ist die specifische Schwere des Eises entschieden geringer als die des Wassers, und das Feste schwimmt nothwendig auf der Oberfläche des Flüssigen. Die Wichtigkeit dieser unregelmäßigen Eigenschaft des Wassers ist so groß, daß man zweifeln muß, ob die gegenwärtige Ordnung der Dinge ohne dieselbe bestehen könnte, wenn auch sonst Alles in der Welt bliebe, wie es ist. Hätte z. B. das Eis nicht jene verhältnißmäßige Leichtigkeit, so würde es, anstatt auf der Oberfläche des Wassers, zuerst auf seinem Grunde sich bilden, da das kältere Wasser wegen seiner größeren specifischen Schwere natürlicherweise sänke, und aus gleichen Gründen schmölze auch die unterste Eisschichte zuletzt. Was wären nun aber die Folgen einer solchen Einrichtung? In den nördlichen und sogar in den gemäßigten Himmelsstrichen wäre der Boden aller stehenden und tiefen Wasser eine Eismasse und folglich für organische

Wesen völlig unzugänglich. Während des Sommers würden zwar vielleicht einige Fuß des oberen Theils des Eises schmelzen, aber das Wenige, was so im Sommer schmölze, gefröre wieder im Winter, und da die Eisanhäufungen fortdauerten, so wären alle Seen, vielleicht sogar die in den tropischen Klimaten, wenigstens auf ihrem Boden schon lange eine Eismasse! Aber was ist in der Wirklichkeit der Fall? In Folge der obenerwähnten ausnahmsweisen Eigenschaft des Wassers ist dieser Übelstand völlig vermieden, und nicht der kleinste Theil von Eis kann in einem See oder in einer andern Wassersammlung sich bilden, ehe die ganze Masse bis zu der Temperatur von 40° abgekühlt ist, wo die spec. Schwere des Wassers ihre größte Höhe erreicht hat.

Diese Eigenschaft des Wassers wirkt auf folgende Weise: Wenn der Oberfläche desselben Kälte mitgetheilt wird, so sinkt der abgekühlte Theil und treibt dadurch einen Theil wärmern Wassers nach der Oberfläche, welcher einiges von seiner Wärme der aufliegenden Masse mittheilt und dann wieder sinkt, und dieser Proceß dauert, je nach der Tiefe des Wassers, längere oder kürzere Zeit fort. Ist die Tiefe nicht sehr bedeutend, so wird die ganze Masse bis zu 40° herab abgekühlt, und da bei dieser Temperatur die specifische Schwere nicht zunimmt, so hört die Circulation auf und die Oberfläche des Wassers erreicht endlich den Grad der Kälte, der sie mit Eis bedeckt. Ist aber die Tiefe des Wassers bedeutend, so kann die Mittheilung der Kälte lange fortdauern, ohne das Resultat des Gefrierens hervorzubringen; daher geschieht es in unseren und in andern nicht sehr kalten Ländern häufig, daß tiefe Seen die kältesten Winter hindurch ungefroren bleiben.

Die ausnahmsweise Eigenschaft der Ausdehnung des Wassers und ihrer Wirkungen überraschte uns von jeher durch den ausnehmend schlagenden Beweis, welchen sie für das Dasein eines Zweckes in der Natur darbietet — einen Beweis für etwas zur Vervollständigung eines besonderen Gegenstandes ausdrücklich und

beinahe (wenn wir etwas dergleichen bei Gott uns denken könnten) als spätere Maßregel Angeordnetes. Nehmen wir ferner zu dieser unregelmäßigen Eigenschaft des Wassers die noch unregelmäßigere Zusammensetzung der Atmosphäre und der Luft, und ziehen wir zugleich die Verhältnisse des Wassers und der Luft zum organischen Leben in Betracht, so werden wir unwiderstehlich zu dem Schlusse hingerissen, daß der Schöpfer des Wassers und der Luft diese Unregelmäßigkeiten absichtlich angeordnet habe, um Schwierigkeiten zu beseitigen, welche das organische Leben zu einer physischen Unmöglichkeit gemacht haben würden. Auch schwächen die Annahmen, auf welche der Skeptiker sich beruft, daß nämlich diese Eigenschaften des Wassers und der Luft nothwendig aus ihrer Zusammensetzung hervorgehen, die Kraft unseres Beweises nicht. Diese liegt erstens darin, daß das Wasser und die Luft mit solchen ausnahmsweisen Eigenschaften geschaffen, zweitens aber und hauptsächlich darin, daß die letzteren gerade da in Thätigkeit gesetzt worden sind, wo dies nöthig war. Zudem gewinnt der Beweis dadurch sehr an Stärke, daß zwei Unregelmäßigkeiten statt zweier regelmäßiger Mittel so ausdrücklich angeordnet worden sind.

Nachdem wir die allgemeinen Gesetze, nach welchen die Wärme durch das Wasser vertheilt wird, so wie ihre merkwürdigen Folgen angegeben haben, müssen wir jetzt in Beziehung auf andere Wirkungen dieser Vertheilung etwas ins Einzelne gehen. Eine der wichtigsten von den letzteren ist, daß die Temperatur des Wassers auf dem Grunde tiefer, stehender Gewässer oder Landseen das ganze Jahr hindurch beinahe gleich bleiben muß. So hat man gefunden, daß die Temperatur des Wassers auf dem Grunde mancher Seen in der Schweiz oft nicht mehr als um 3—4° variirt, während die Temperatur der Oberfläche oft um 20—30° wechselt. Daher beschränken sich in tiefen Gewässern in gemäßigten Himmelsstrichen die Temperaturwechsel hauptsächlich auf die obern Wasserschichten, und ausgenommen, wenn ein sehr

plötzlicher und heftiger Frost eintritt, kann sich auf der Oberfläche eines solchen Sees kein Eis bilden, ehe, wie oben bemerkt wurde, die ganze Wassermasse bis zu 40° herab abgekühlt ist, bei welcher Temperatur alle Circulation aufhört. Und hat sich einmal eine Eisdecke gebildet, so trägt auch diese, wie wir jetzt sehen werden, sehr dazu bei, die weitere Abkühlung der unteren Schichten zu verhindern.

Fließende süße Gewässer, wie kleine Ströme oder Flüsse von nicht großer Tiefe und Breite, gefrieren dennoch, obgleich bei ihnen die Umstände hierzu ungünstig sind. Der Proceß beginnt gewöhnlich am Ufer, wo das Wasser am niedrigsten und seine Bewegung am schwächsten ist. Von hier breitet sich das Eis allmälig gegen die Mitte der Strömung aus. Ist die ganze Oberfläche einmal fest geworden, so geht das Gefrieren rasch vor sich, besonders bei Nacht. In dem Verhältnisse jedoch, in welchem die Dicke des Eises zunimmt, nimmt, wenn die Kälte dieselbe bleibt, die täglich hinzukommende Quantität ab, wegen der schlechten Leitungsfähigkeit des Eises, daher kann man oft an einem aus einem Flusse oder See genommenen Eisblocke sehen, wie die täglich oder vielmehr nächtlich sich ansetzenden Schichten eine von mehreren Zollen bis zu wenigen Linien in der Dicke allmälig abnehmende Reihe darstellen.

Temperatur der Gewässer des Oceans in großen Tiefen. — Zwischen den Wendezirkeln vermindert sich die Temperatur des Oceans mit der Tiefe; in den Polarseen dagegen steigt sie mit der Tiefe; in den Seen der gemäßigten Zonen zwischen 30 und 40° Breite nimmt die Temperatur des Wassers in demselben Verhältnisse ab, in welchem die Breite zunimmt, bis ungefähr zu der Breite von 70°, wo die Temperatur, wie oben bemerkt wurde, zu steigen anfängt. Daher gibt es ungefähr in der Breite von 70° eine Zone oder einen Erdgürtel, in welchem die mittlere Temperatur des Oceans in allen Tiefen sich beinahe ganz gleich bleibt. Auf die Temperaturen einzelner Theile des letzteren aber hat die

Tiefe und Ausdehnung des Wassers großen Einfluß, besonders unter hohen Breiten.

Den Einfluß der Salztheile des letztern auf den Gefrierpunkt des Seewassers haben wir bereits erwähnt, und es ist jetzt die wichtige Wirkung jener Eigenschaft im Haushalte der Natur nachzuweisen. In seinem natürlichen Zustande gefriert das Seewasser ungefähr bei 28 oder 29°, ist es aber durch vorheriges Gefrieren schon concentrirt, so sinkt der Gefrierpunkt auf 15 bis 16° herab, während mit Salz gesättigtes Wasser sogar bei einer Temperatur von ungefähr 5° nicht gefrieren soll. Außer dieser Eigenschaft, den Gefrierpunkt des Seewassers herabzusetzen, vermehren die Salztheile auch seine specifische Schwere und haben Einfluß auf den höchsten Punkt seiner Dichtigkeit. Deshalb und wegen ihrer ungeheuren Tiefe und Ausdehnung widerstehen die Gewässer des Oceans dem Gefrieren noch kräftiger, als sogar fließendes süßes Wasser, und sind in der That selten gefroren, ausgenommen unter Breiten, wo die heftigste und anhaltendste Kälte herrscht.

Von den zwischen den Äquatorial- und Polargegenden bestehenden unteren Strömungen des Oceans. — Daß die niedrigere Temperatur der Gewässer des Oceans, in großen Tiefen in der Nähe des Äquators, nicht von der heißen Zone herkommen kann, ist klar, eben so wenig aber kann auf der andern Seite die vergleichungsweise hohe Temperatur der Gewässer auf dem Grunde der Polarseen von der kalten Zone abgeleitet werden; wenigstens kann diese hohe Temperatur jener Seen ihren Grund nicht in etwas Äußerem haben. Daher hat man angenommen, daß zwischen den Gewässern der Äquatorial- und denen der Polargegenden ein beständiger Austausch vor sich gehe, obgleich die Erklärung der Mittel, wodurch derselbe bewerkstelligt wird, bedeutende Schwierigkeiten darbietet. Die letzteren entspringen besonders aus der Ungewißheit des höchsten Punktes der Dichtigkeit des Seewassers, welche in der That noch nicht genügend ausgemittelt zu

sein scheint. Ob in dem tiefen und verhältnißmäßig ruhigen Abgrunde des Oceans die Centralwärme der Erde einen Einfluß ausübe, können wir durchaus nicht entscheiden, aber wenn es wirklich eine Centralwärme gibt, so müssen ihre Wirkungen, besonders in der kalten Zone, bedeutend sein. Was aber auch die Ursache dieser annäherungsweisen Gleichförmigkeit der Temperatur der Gewässer des Oceans in großen Tiefen auf der ganzen Erdkugel sein mag, ihr Beitrag im Haushalte der Natur zur Ausgleichung der Temperatur kann nicht in Frage gestellt werden, da sie eine jener schönen Anordnungen ausmacht, wodurch die aus der Gestalt und Bewegung der Erde nothwendig hervorgehenden Schwierigkeiten der Temperaturvertheilung beseitigt werden, während unter den unbedeutendern, zur Erreichung desselben Zweckes beitragenden Umständen die Ebbe und Flut und die unzähligen Strömungen genannt werden können, welche durch Winde und andere Ursachen auf der Oberfläche hervorgebracht werden.

h) Verschiedenheiten der Temperatur, sofern diese davon abhängt, ob die Oberfläche Land oder Wasser ist. — Als wir von der Vertheilung der Temperatur auf der Erdoberfläche sprachen, berührten wir den Unterschied zwischen Insel- und Festlandsklimaten, und vielleicht mag es nicht undienlich sein, über den allgemeinen Betrag der durch Land und Wasser hervorgebrachten Verschiedenheiten der Temperatur einige Bemerkungen zu machen.

In der Mitte der Meere und fern von dem Einflusse des Landes ist der tägliche Wechsel der Temperatur der Luft an der Oberfläche der See weit geringer, als auf dem Lande. So soll in den Äquatorialgegenden die größte Verschiedenheit zwischen der Nacht- und Tagestemperatur auf der See nur 3 bis 4° betragen, während auf dem Lande der Unterschied oft 9 bis 10° ausmacht. In gemäßigten Gegenden, besonders unter Breiten von 25 bis 50°, ist die Verschiedenheit zwischen den höchsten und niedersten Graden, welche der Thermometer

an einem Tage anzeigt, zur See sehr gering, indem er sich nur auf 4 bis 6° beläuft, während auf dem Festlande, z. B. zu Paris, der Unterschied oft 20 bis 30° beträgt. Daher kommt es, daß kleine Inseln, welche den Charakter des sie umgebenden Oceans theilen, großen täglichen Wechseln weit weniger unterworfen sind, als Festländer, und im Allgemeinen gleichförmigere Klimate haben.

Zu Wasser und zu Lande fällt die niedrigste Temperatur in die Zeit des Sonnenaufgangs. Die höchste Temperatur findet zur See um Mittag oder gleich nachher statt, während sie auf dem Lande 2 bis 3 Stunden nach Mittag eintritt. Zwischen den Wendezirkeln soll die höchste Temperatur der Luft die der Meeresoberfläche etwas übertreffen. Wenn man aber die Temperaturen, in kurzen Zwischenräumen, je nach 3 bis 4 Stunden vergleicht, so sind die Ergebnisse verschieden und scheinen zu zeigen, daß sogar zwischen den Wendezirkeln die Temperatur der Meeresoberfläche höher ist, als die der aufliegenden Atmosphäre. Zwischen den Breiten von 25 und 50° ist die Luft selten wärmer, als die Meeresoberfläche, und in den Polargegenden ist es sehr ungewöhnlich, die Luft so warm zu finden, als das Meer; sie ist in der That fast immer und gewöhnlich bedeutend kälter.

Ehe wir diesen Theil unserer Darstellung schließen, mag es vielleicht zweckmäßig scheinen, über die Temperatur der natürlichen Quellen und das Verhältniß derselben zu der mittleren Temperatur der Erde an den Örtern, wo sie hervorbrechen, noch einige Bemerkungen zu machen.

Quellen, welche große Wassermassen ausströmen und dadurch beurkunden, daß sie aus bedeutenden Tiefen unter der Erdoberfläche kommen, behalten das ganze Jahr hindurch beinahe dieselbe Temperatur. Auf unserer Halbkugel findet die kleine Temperaturerhöhung, welche die

Quellen erleiden, gewöhnlich im September statt, während sie im März am kältesten sind; obgleich die Verschiedenheiten selten 2 bis 3° übersteigen. Vergleichen wir die Temperatur der Quellen eines Ortes mit der mittleren Jahrestemperatur des letzteren, so findet sich, daß sich diese beiden auf der ganzen Erdkugel sehr nahe stehen. In der heißen Zone jedoch ist die mittlere Jahrestemperatur der Luft gewöhnlich 3 bis 4° höher als die der Quellen, während in den gemäßigten Zonen umgekehrt die Quellen wärmer sind als die Luft. Der Überschuß der Quellentemperatur über die mittlere jährliche nimmt mit der Breite zu, so daß er zwischen 60 und 70° Breite 5 bis 7° beträgt. Unter sonstigen gleichen Umständen wechselt die Temperatur der Quellen bedeutend, je nach ihrer Fülle, da eine große Wassermasse dem Einflusse des sie umgebenden Bodens weniger ausgesetzt sein wird, als eine kleinere, ja vielmehr selbst die Temperatur des Bodens influenziren kann.

Die Lehre von den warmen Quellen gehört, da sie in enger Verbindung mit der Geschichte der Vulkane steht, in das Gebiet der Geologie.

Hiermit haben wir die hauptsächlichsten Umstände aufgeführt, welche mit der Vertheilung der Temperatur auf der Erdoberfläche und in solchen Theilen unter der letzteren, welche unsere Untersuchung umfassen kann, zusammenhängen. Jetzt kommen wir an den zweiten großen Abschnitt der Lehre von den Klimaten, nämlich von dem Klima in seiner Abhängigkeit von der Atmosphäre.

2) Unmittelbar mit der Atmosphäre zusammenhängende untergeordnete Momente des Klimas.

Die Erscheinungen der Atmosphäre machten ursprünglich den eigentlichen Gegenstand des Studiums des Meteorologen aus und nehmen noch jetzt den größten Theil seiner Aufmerksamkeit in Anspruch. In seinem ganzen

Umfange genommen ist dies nämlich ein sehr weites Feld der Untersuchung, und vielen der Einzelnheiten fehlt es durchaus noch an einer genügenden Erklärung. Wir wollen von den hauptsächlichsten Erscheinungen in folgender Ordnung einen kurzen Umriß zu geben suchen.

a) Vertheilung der Wärme und des Lichts in der Atmosphäre und ihre Folgen. — Allgemein bekannt ist, daß in den höheren Regionen unserer Atmosphäre die Temperatur sich vermindert, und daß man in den heißesten Gegenden, wenn man einen hohen Berg besteigt, auf den verschiedenen Höhepunkten jeden Grad der Temperatur bis zu der des ewigen Schnees und der Polargegenden trifft. Einer der ersten Gegenstände daher, welche die Aufmerksamkeit des Meteorologen in Anspruch nehmen, ist das Gesetz von der Vertheilung der empfindbaren Wärme oder der Temperatur in der Atmosphäre.

Das Gesetz der Temperaturvertheilung in der Atmosphäre ist ziemlich einfach, obgleich es je nach der Beschaffenheit des Orts und vielleicht anderer nicht gehörig bekannter Umstände gelegentlich Veränderungen und Unterbrechungen unterworfen ist. Die mittleren Resultate von einer großen Anzahl in verschiedenen Theilen der Welt angestellter Beobachtungen scheinen zu zeigen, daß der Fahrenheitsche Thermometer bei je 300 Fuß Höhe um einen Grad sinkt. Diese Annahme ist ohne Zweifel nicht weit von der Wahrheit entfernt, obgleich einige neuere Untersuchungen es wahrscheinlich gemacht haben, daß, während in verschiedenen Höhen das Verhältniß der Abnahme der Temperatur sich gleich bleibt, das der Höhe beständig zunimmt und zwar nach Gesetzen, welche in der ganzen Welt die nämlichen sind; d. h. nimmt man an, die ersten 252 Fuß seien gleich einem Grade, so wird der zweite Grad gleich sein 255 Fuß, der dritte 258, der vierte 261 u. s. w.

Die Ursachen dieser großen Kälte der höheren Region sind hauptsächlich folgende zwei: erstens dringen die Sonnenstrahlen ganz frei durch die Atmosphäre und bringen

beim Durchgange durch dieselbe so gut wie eine Temperaturveränderung hervor, bis sie die Erde erreichen, wo sie ihren größten Einfluß ausüben; und zweitens nimmt die Wärmecapacität, welche die Luft besitzt, in demselben Verhältnisse zu, in welchem die Wärme seltener wird. Von der ersten Ursache rührt es her, daß die Temperatur der niederen Regionen der Atmosphäre nicht unmittelbar von der Sonne, sondern von der Erde kommt. Die Oberfläche der letzteren absorbirt die Sonnenwärme und theilt sie sodann wieder der unmittelbar auf ihr liegenden Atmosphäre mit, während alle höheren atmosphärischen Regionen dadurch keine Veränderungen erleiden. Denn obgleich die gewärmte Luft wegen der Verminderung ihrer specifischen Schwere natürlicherweise aufsteigt, so verliert sie, da zugleich ihre Wärmecapacität zunimmt, alsbald ihre empfindbare Wärme, was wir zweitens zu erklären haben.

Dr. Dalton, und vollständiger nach ihm John Leslie, haben zu zeigen gesucht, daß das Gleichgewicht der Wärme in einer Atmosphäre stattfinde, wenn jede ihrer Moleculen, oder mit anderen Worten, wenn dasselbe Gewicht Luft in derselben perpendicularen Säule dieselbe Quantität Wärme besitze. Da nun der Luftdruck mit der Höhe abnimmt, so ist klar, daß dasselbe Gewicht Luft auf der Erdoberfläche und in den höheren Regionen sehr verschiedene Räume einnehmen wird. Da aber die absolute Wärmequantität an beiden Orten die nämliche ist, so leuchtet von selbst ein, daß in den höheren Regionen der Atmosphäre wegen der größeren Wärmecapacität derselben die Quantität der latenten Wärme zunimmt, während die der empfindbaren geringer wird. Daher vermindert sich die Temperatur der Luft, wenn wir aufsteigen, genau in dem Verhältnisse, in welchem ihre latente Wärme, d. h. ihre Wärmecapacität, zunimmt. In Folge dieser Einrichtung nähme, um mich der Worte Thomson's zu bedienen, wenn eine Quantität kalter Luft von einer hohen Region auf die Meeresoberfläche versetzt würde, ihre Dichtigkeit während

ihres Sinkens beständig zu, während ihre latente Wärme in demselben Verhältnisse abnehmen würde; und hätte sie die Meeresfläche erreicht, so wäre ihre Temperatur gerade so hoch, als die anderer Lufttheile in derselben Breite und Höhe. Die Luft ist daher nicht in Folge des Herabkommens aus einer höheren Region kalt, obgleich dies eine sehr gewöhnliche Meinung ist, sondern in Folge davon, daß sie schnell von einem nördlichern Punkte nach einem südlichern gebracht wird. So verdanken wir dem oben erwähnten einfachen, aber schönen Gesetze das fortdauernde Gleichgewicht der Temperatur in der Atmosphäre, das trotz aller Störungen, welche beständig von untergeordneten Ursachen ausgehen, wegen seines natürlichen Strebens, sich selbst wieder herzustellen, nie ernstlich bedroht wird.

Grenzen des ewigen Schnees. — Im Zusammenhange mit der Abnahme der Temperatur in den höheren Luftregionen stehen die Grenzen des ewigen Schnees unter verschiedenen Breiten. Man darf daher annehmen, daß diese Grenzen von der Meeresfläche in den Polargegenden an bis zu ihrem höchsten Punkte unter dem Äquator der mittleren Temperatur von 32° folgen. Dieser Schluß ist einleuchtend und im Allgemeinen richtig, obgleich er etwas modificirt werden muß und einigen Ausnahmen unterworfen ist, von welchen die folgenden die bemerkenswerthesten sind.

Unter dem Äquator sind die Grenzen des ewigen Schnees am festesten und scheinen in einer Höhe von 15,000 bis 16,000 Fuß zu liegen. Entfernen wir uns vom Äquator, so werden die Schwankungen größer, und alle Erscheinungen nehmen einen unregelmäßigen Charakter an. Dies ist z. B. bei den mexikanischen Cordilleras, noch auffallender aber bei dem Himalayagebirge der Fall, wo zwischen den Grenzen des ewigen Schnees auf der nördlichen und auf der südlichen Seite des Gebirges ein Unterschied von nicht weniger als 4000 Fuß stattfindet. Wenden wir uns gegen die gemäßigten Zonen, so finden wir in gebirgigen Ländern unterhalb der

Grenzen des ewigen Schnees ungeheure Eismassen oder Gletscher. Diese bilden sich durch das abwechselnde Schmelzen und Gefrieren ausgedehnter Schneeschichten. Gletscher, welche in Thälern entstehen, werden oft durch das ungeheure und stets wachsende Gewicht des Schnees und Eises in den oberen Theilen weit unter die Grenzen des Schnees selbst herabgedrückt. Dies ist der Fall bei den Gletschern der Schweiz, Norwegens und anderer Länder in den gemäßigten Himmelsstrichen. Alle diese Umstände nebst andern, welche angeführt werden könnten, und wahrscheinlich manchen andern uns unbekannten, machen die Grenzen des ewigen Schnees unregelmäßig, und diese Unregelmäßigkeiten sind so bedeutend, daß Humboldt nach zahlreichen Beobachtungen die Grenzen des ewigen Schnees am Äquator fast auf 3° über dem Gefrierpunkte gesetzt hat, während sie in den gemäßigten Zonen gegen 5° unter diesem Punkte und in dem kalten Erdgürtel nicht weniger als 10 bis 11° unter dem Gefrierpunkte stehen; Ergebnisse, welche darzuthun scheinen, daß die allgemeine Lufttemperatur in den Äquatorialgegenden anders abnimmt, als in den kälteren. Wegen der eigenthümlichen Vertheilung des Landes auf der südlichen Halbkugel weiß man nur wenig von der Grenzlinie des ewigen Schnees in diesem Theile der Welt, aber wahrscheinlich wird sie von der Linie auf der nördlichen Hemisphäre verschieden und im Allgemeinen niedriger sein als diese.

Der auf den Berggipfeln zurückbleibende ewige Schnee ist im Haushalte der Natur, besonders in den wärmeren Himmelsstrichen, eine sehr wichtige Vorkehrung, da der aufgehäufte Schnee die reiche Quelle unzähliger Bäche wird, ohne welche jene Gegenden unbewohnbar wären.

Noch eine andere bedeutende Verschiedenheit, welche einen großen, obgleich noch nicht gehörig untersuchten Einfluß auf die organische Welt haben muß, findet zwischen den höheren und niederen Lagen statt, nämlich die Verschiedenheit des Luftdrucks. An der Oberfläche der Erde ist dieser in allen Breiten beinahe gleich; erheben

wir uns aber über die Erdoberfläche, so nimmt er reißend schnell ab. Wird daher alles übrige, so wie es ist, vorausgesetzt, so macht die Verschiedenheit des Luftdrucks wahrscheinlich gewisse Vorkehrungen nothwendig, welche uns zwar bis jetzt unbekannt sind, die aber durch ein sorgfältiges Studium der Alpenpflanzen und Thiere, in Vergleich mit denen auf der Ebene, ohne Zweifel ins Licht gesetzt werden könnten. Ein anderer Umstand, welcher auf die organische Welt wesentlichen Einfluß ausüben muß, ist die große Intensität des Lichts in den Gebirgsländern der tropischen Klimate, gegenüber der Lichtintensität an der Erdoberfläche in den jenen Höhen entsprechenden Klimaten unter hohen Breiten. Jedoch wird die geringere Intensität des Lichts unter hohen Breiten durch die größere Tageslänge unstreitig gewissermaßen ausgeglichen.

Vertheilung der Wärme und des Lichts durch die Atmosphäre in ihrer latenten Form. — Wir sprachen vorhin von der Quantität der Wärme, welche in den höheren Luftregionen im Zustande der Latenz bestehe. Allein außer dieser Quantität, welche wohl der ganzen Atmosphäre eigen ist, folgt die Vertheilung der latenten Wärme und des Lichts in diesem Zustande gewissermaßen demselben Gesetze, wie die des empfindbaren Wärme- und Lichtstoffes, nämlich dem, daß sie vom Äquator aus gegen die Pole hin sparsamer wird. So ist nicht zu zweifeln, daß die ausgedehnte Luft der Äquatorialgegenden weit mehr Licht und Wärme im latenten Zustande enthält, als die vergleichungsweise dichte und trockene atmosphärische Luft der Polargegenden; und wahrscheinlich wird durch diese Vorkehrung jedes Extrem gemildert. Auch die Vertheilung der Elektricität in der Atmosphäre scheint sich nach ganz ähnlichen Gesetzen zu richten. Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß sowohl die Wirkungen des Lichts und der Wärme in der latenten Form, als die der Elektricität ungleich auffallender sind in Bezug auf das Wasser in der Atmosphäre, als in Bezug auf die Elemente der Atmosphäre selbst. Wir

wollen daher Das, was wir über diesen Gegenstand zu sagen haben, so lange aufsparen, bis wir über das Wasser in der Atmosphäre sprechen werden.

Fortpflanzung der empfindbaren Wärme in der Atmosphäre. — Die Fortpflanzung der empfindbaren Wärme in der Atmosphäre wird besonders durch den Proceß bewerkstelligt, welchen wir die Wärmezuführung genannt haben. Mit dieser sind natürlicherweise Bewegungen oder Strömungen in Verbindung gesetzt, welche, sofern sie in der Luft bestehen, wie wir kaum zu bemerken haben, Winde genannt werden. Die letzteren sind von der äußersten Wichtigkeit in dem Haushalte der Natur, indem sie auf die Ausgleichung der Temperatur hinwirken, und die folgende kurze Auseinandersetzung wird dazu dienen, dem Leser eine allgemeine Kenntniß von ihrer Beschaffenheit beizubringen. Die atmosphärischen Strömungen können in zwei Classen getheilt werden, nämlich in solche, welche sich mehr oder weniger über die ganze Erdkugel ausbreiten, und solche, welche durch allerlei vorübergehende Störungen der Temperaturvertheilung, deren Wirkungen sich auf einzelne Örter beschränken, hervorgebracht werden.

Die allgemeinen Luftströmungen beruhen hauptsächlich auf folgenden zwei Umständen, welche dem Leser, wenn er sie im Gedächtnisse behält, einen Schlüssel zum Verständnisse des ganzen Gegenstandes in die Hand geben, nämlich auf der ungleichen Temperatur des Äquators und der Pole und auf der täglichen Umwälzung der Erde um ihre Achse. Wir haben nämlich oben bemerkt, daß der volle Luftdruck auf der ganzen Erdoberfläche beinahe der nämliche und dem einer 30 Zoll hohen Quecksilbersäule gleich sei. Auch sagten wir, daß die mittlere Temperatur der Luft am Äquator und auf der Meeresfläche über 80° betrage, während sie in den Polargegenden beständig unter 32°, dem Gefrierpunkte des Wassers, stehe. Da nun die Luft durch die Wärme ausgedehnt und specifisch leichter wird, so ist einleuchtend, daß eine gegebene Luftmasse auf der Meeresfläche an den Polen

beträchtlich schwerer sein muß, als ein gleiches Quantum auf der Meeresfläche unter dem Äquator. Weil aber die Luft an den Polen kälter und schwerer ist, so wird sie das Bestreben haben, längs der Erdoberfläche von den Polen gegen den Äquator hin zu strömen und die leichtere Luft unter diesem zu verdrängen, während diese verdrängte Äquatorialluft wegen ihrer Leichtigkeit aufsteigen und über die kältere Luft hinaus nördlich und südlich gegen die Pole strömen wird, so daß das Gleichgewicht unversehrt bleibt. Zudem werden diese Strömungen immer fortdauern, denn da die Wärme des Äquators und die Kälte der Pole anhaltend ist, so wird auch stets dasselbe Bestreben zu wechseln stattfinden, und so werden die Strömungen selbst anhaltend sein.

Diese atmosphärischen Strömungen machen ein Hauptelement der Winde aus und sind die großen Mittel, wodurch die Ausgleichung der Temperatur auf der Erdkugel bewerkstelligt wird. Befände sich die Erde in Ruhe, so gingen die Strömungen oder Winde an ihrer Oberfläche auf der nördlichen Hemisphäre stets gegen Norden und auf der südlichen stets gegen Süden, während jedenfalls die Schnelligkeit von den Polen gegen den Äquator hin, wo eine ununterbrochene Windstille stattfände, allmälig abnehmen würde. Aber die Erde ist in einem beständigen Zustande der Bewegung um ihre Achse von Westen nach Osten, wodurch die Strömungen von ihrer nördlichen und südlichen Richtung gegen Osten abgelenkt werden. Diese östliche Ablenkung macht das andere Grundelement der Winde aus.

Jeder Leser weiß, daß auf der Oberfläche einer Kugel, welche sich, wie die Erde, um ihre Achse dreht, die Bewegung eines gegebenen Punktes am Äquator die größt- und an den Polen die kleinstmögliche ist. So beträgt, während die Pole unserer Erde ruhen, die Schnelligkeit der Bewegung eines gegebenen Punktes am Äquator ungefähr 200 deutsche Meilen in einer Stunde, von wo aus sie gegen die Pole hin allmälig abnimmt. Diese Bewegung der Erde um ihre Achse bringt eine östliche

Strömung in der Atmosphäre hervor. Gäbe es nämlich keine atmosphärischen Strömungen von Norden und Süden gegen den Äquator hin, und wälzte sich dabei die Erde, wie es wirklich der Fall ist, um ihre Achse, so müßte letztere entweder während ihrer Umdrehung die aufliegende Atmosphäre mit sich führen, in welchem Falle eine beständige Windstille auf ihrer Oberfläche stattfände, oder müßte sie in der Atmosphäre sich umwälzen und diese hinter sich lassen, in welchem Falle ein starker Wind über die ganze Erdoberfläche gehen würde und zwar in einer der Bewegung der Erde ganz entgegengesetzten Richtung, d. h. von Osten nach Westen; dieser Wind würde dann, wenn sich die Atmosphäre nicht mit der Erde bewegte, am Äquator am stärksten sein. Nun aber wirken diese beiden Ursachen beständig zusammen und erzeugen die ganze Mannichfaltigkeit der östlichen Strömungen auf der Erdoberfläche, welche mit den vorhin beschriebenen nördlichen und südlichen die sogenannten Passatwinde hervorbringen. Ehe wir die letzteren zu erklären versuchen, wollen wir ihre Erscheinung kurz beschreiben.

Die Passatwinde auf dem atlantischen Ocean dehnen sich ungefähr 28° auf jeder Seite des Äquators aus. An ihrer äußersten nördlichen und südlichen Grenze blasen sie gewöhnlich von Osten, so wie sie aber von Norden und Süden aus dem Äquator sich nähern, kommen sie allmälig von Osten her durch alle dazwischen liegenden Punkte des Compasses, bis sie sich in der Nähe des Äquators auf der nördlichen Halbkugel gegen Norden und auf der südlichen gegen Süden wenden. Die Passatwinde sind zwar einigen leichten Veränderungen unterworfen, welche hauptsächlich von der Stellung der Erde gegen die Sonne herrühren. In diese Veränderungen halten wir es jedoch nicht für nöthig, hier näher einzugehen. Die allgemeinen Erscheinungen mögen wohl nach den vorausgeschickten Grundsätzen so zu erklären sein:

In den gemäßigten Himmelsstrichen der Erde scheinen die Winde keinen bestimmten Gesetzen der Erde zu

gehorchen, wenigstens keinen so beharrlichen, wie die Passatwinde. Aber an den Wendekreisen wird auf beiden Halbkugeln die oben beschriebene Wirksamkeit der doppelten Ströme und Bewegungen deutlich wahrnehmbar. Dort beginnt die Erdoberfläche sich schneller zu bewegen als die aufliegende Atmosphäre, und deshalb kommen die vorherrschenden Strömungen von Osten her. In der That sind in der Nähe der Wendekreise die Strömungen beinahe völlig östlich, besonders wegen des bedeutenden und schnellen Temperaturwechsels, welcher durch die scheitelrechte Sonne der tropischen Gegenden verursacht wird und den regelmäßigen Verlauf der großen nördlichen und südlichen Strömungen erschweren, ja vielleicht auf Augenblicke zum Stocken bringen mag. Allein gegen den Äquator hin erlangt die Atmosphäre auf beiden Halbkugeln allmälig die Geschwindigkeit der Erde, während in demselben Verhältnisse die Stärke des östlichen Stromes abnimmt und endlich völlig verschwindet. Da zugleich die Strömungen von Norden und Süden her fortdauern, so beugen sich auf der nördlichen Halbkugel die östlichen Strömungen gegen Norden und auf der südlichen gegen Süden ab, bis, sich selbst überlassen, die Polarströme dem Äquator sich zuwenden, wie wenn gar keine Bewegung der Erde stattfände.

Diesen großen atmosphärischen Strömen sind die Schwankungen des Barometers und die unzähligen Modificationen verschiedener Localitäten zu Wasser und zu Lande, auf Bergen und in Thälern zuzuschreiben. Denn bei dem genau ins Gleichgewicht gesetzten Zustande der jene Ströme hervorbringenden Kräfte können kleine Unregelmäßigkeiten der Temperatur große Störungen veranlassen, und ungleich auf die einander entgegengesetzten Ströme wirkende Ausdehnungen und Zusammenziehungen verändern ihre verschiedenen Geschwindigkeiten. Daher bilden sich nothwendig an manchen Orten Anhäufungen und an andern diesen entsprechende Lücken und erzeugen weit größere Schwankungen des Barometers, als durch den ganzen Wasserdunst entständen, wenn er auf einmal

hinzugethan oder hinweggenommen würde. Zugleich bringen diese unregelmäßigen Vertheilungen durch das Streben nach Herstellung des Gleichgewichts temporäre und veränderliche Winde hervor, welche die regelmäßigen Strömungen modificiren und besonders in den gemäßigten Himmelsstrichen, wo die Temperaturwechsel und die Schwankungen des Barometers am bedeutendsten sind, ihnen oft gerade die entgegengesetzte Richtung geben.

Dies sind die Elemente der allgemeinen Strömungen unserer Atmosphäre, und dies die Wege, auf welchen die letzteren äußerste Temperaturen sammt deren Folgen verhüten. Dieselben Ursachen sind beständig auf verschiedene Weise und in verschiedenen Graden wirksam, und bringen so die ganze grenzenlose Mannichfaltigkeit der Winde hervor, welche wir in der Natur wahrnehmen. Diese sind so zahlreich und verschieden, daß sie in der That aller Erklärungs- und Eintheilungsversuche spotten, weswegen wir nur ein Beispiel zum Zwecke der Erläuterung anführen wollen, — die See- und Landwinde.

Die Erklärung der sogenannten See- und Landwinde ist sehr einfach und läßt sich auf viele ähnliche Erscheinungen anwenden. Den Tag über, wo die Oberfläche des Landes Wärme empfängt, theilt dieselbe ihre Temperatur der aufliegenden Luft mit. Diese dehnt sich aus, wird dadurch specifisch leichter und steigt folglich in die Höhe, während die kühlere Luft der nahen See eilig sich an ihre Stelle drängt und dadurch die Strömung erzeugt, welche man Seewind nennt. Nachts dagegen verlieren die Gewässer des Oceans ihre Wärme weit langsamer als das Land, und der umgekehrte Proceß, d. h. der Landwind, tritt ein. In heißen Klimaten, in der Nähe der Meeresfläche und auf Inseln bringen diese Winde eine sehr angenehme Abwechselung hervor.

b) Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre. — Im vorigen Abschnitte haben wir eine Übersicht jener schönen Vorsichtsmaßregeln zu geben ge-

sucht, welche vermittelst der Beschaffenheit der Atmosphäre getroffen worden sind, um die aus der ungleichen Vertheilung von Licht und Wärme auf der Erde nothwendig entspringenden Folgen abzuwenden. Jetzt kommen wir zu einem andern eben so wichtigen Gegenstand, nämlich zu den auf dem Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre beruhenden Erscheinungen, welche hauptsächlich Das ausmachen, was wir die Witterung nennen.

Die auf dem Vorhandensein von Wasser in der Atmosphäre beruhenden Erscheinungen können unter folgenden vier Gesichtspunkten betrachtet werden: — a) von den Erscheinungen der Verdunstung und Verdichtung, und von der allgemeinen Abhängigkeit des Wasserdunstes von der Temperatur; b) von den Eigenschaften einer Atmosphäre von bloßem Dunst und einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre; c) von den allgemeinen Verhältnissen der Verdunstung und Verdichtung, wie sie in unserer Atmosphäre bestehen, so wie von den Umständen, welche auf diese Verhältnisse einfließen; d) von der Vertheilung des Lichts und der Wärme in der latenten und zersetzten Form durch den Dunst der Atmosphäre, und von den Wirkungen dieser Vertheilung.

Erscheinungen der Verdunstung und Verdichtung, und von der allgemeinen Abhängigkeit des Dunstes von der Temperatur. — Wir haben oben der Thatsache erwähnt, daß das Wasser in größerem oder geringerem Grade in allen Temperaturen die elastische Form annimmt. Von diesem Streben desselben kommt es her, daß nicht blos der Ocean, sondern auch das Eis und der Schnee einen immerwährenden Beitrag zu der Feuchtigkeit der Luft liefern, und daß diese wichtige, für das vegetabilische wie für das animalische Leben so unumgänglich nothwendige Flüssigkeit auf der Oberfläche der ganzen Erde vertheilt ist. Betrachtet man daher die Verhältnisse des Wassers in der Atmosphäre zur Temperatur, so sind die Erscheinungen, welche unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen, die Vorgänge, wodurch das Wasser von der Atmosphäre aufge-

nommen und wieder von derselben ausgeschieden wird, d. h. die Vorgänge der Verdunstung und Verdichtung.

Bei einer Untersuchung der Beschaffenheit der Verdunstung müssen folgende Fragen zuerst beantwortet werden: Warum ist in der Atmosphäre Feuchtigkeit vorhanden? Durch welche Kraft wird ihr Vorhandensein und ihre Quantität beschränkt? Die Antwort auf diese Fragen hängt von den Eigenschaften der Materie im Allgemeinen und des Dunstes im Besondern, wie sie oben beschrieben worden sind, ab. Die Erinnerung an diese Eigenschaften wird den Leser in den Stand setzen, das Folgende zu verstehen.

Wenn Wasser in einem offenen Gefäße der Luft ausgesetzt wird, so haben die Moleculen der obersten Schichte ein natürliches Streben, den ihrer Temperatur angemessenen Grad von Polarität anzunehmen. Wenn sie daher, entweder durch Verlust eines Theils ihrer eigenen empfindbaren Wärme oder der der Atmosphäre, die zur Hervorbringung jener Polarität nothwendige latente Wärme erlangt haben, so werden sie selbstrepulsiv und steigen als Dunst in die Höhe. Ist der Raum oberhalb des Wassers begrenzt und leer, so steigen sie mit solcher Schnelligkeit auf, daß sie ihn augenblicklich anfüllen; ist er aber von Luft eingenommen oder von unbegrenztem Umfange, so erheben sie sich langsamer, so daß sie sich allmälig durch den ganzen Raum verbreiten, ganz nach demselben Grundsatze und auf dieselbe Weise, wie ein gasförmiger Körper sich durch einen andern verbreitet.

Dies wäre eine kurze Erklärung Dessen, was man unter Verdunstung versteht. Jetzt haben wir die Mittel zu untersuchen, durch welche sie nicht blos bewerkstelligt, sondern auch innerhalb gewisser Grenzen gehalten wird.

Die elastische Kraft, welche von allen Körpern im gasförmigen Zustande ausgeübt wird, steht in einem gewissen Verhältnisse zu ihrer Temperatur; aber der Grad jener Kraft richtet sich nach andern Umständen, besonders darnach, ob der gasförmige Körper bei der ge-

gebenen Temperatur eben so gut im flüssigen oder im festen, als im gasförmigen Zustande bestehen könne.

So ist die atmosphärische Luft nicht blos bei der Temperatur von 32°, sondern bei allen bekannten Temperaturen ein gasförmiger Körper, und übt unter den gewöhnlichen Umständen eine dem Gewichte einer 30 Zoll hohen Quecksilbersäule gleiche Kraft aus, während bei derselben Temperatur von 32° das Wasser fest ist, und die Kraft der Elasticität seines Dunstes nur etwa dem Fünftheil eines Quecksilberzolles entspricht. Dagegen bei und über 212°, seinem Siedpunkte, kann das Wasser unter den gewöhnlichen Umständen nur als Gas bestehen, und in dieser Form und bei der Temperatur von 212° gehorcht es genau denselben Gesetzen und übt dieselbe elastische Kraft aus, wie Beides von der atmosphärischen Luft unter den gleichen Umständen geschehen würde. Daher ist leicht einzusehen, warum das Gesetz der elastischen Kraft des Dunstes unter 212° ein ganz anderes ist, als das jener Kraft über 212°, eine durch Experimente erprobte Thatsache. Aus den obigen Bemerkungen erhellt, daß unter gleichen sonstigen Umständen das Streben des Wassers, die Form des Dunstes anzunehmen, oder das Verhältniß seiner Verdunstung sowohl als die in der Atmosphäre wirklich vorhandene Quantität Wasser im Zustande des Dunstes je nach dem Steigen der Temperatur ebenfalls steigen wird. Es ist nicht nöthig, das Gesetz dieses Steigens im Einzelnen darzulegen, für unsern Zweck genügt vielmehr die Bemerkung, daß bei allen Temperaturen unter dem Siedpunkte des Wassers, d. h. bei allen gewöhnlichen atmosphärischen Temperaturen, während die Temperatur langsam und gleichförmig oder in arithmetischer Progression steigt, das entsprechende Verhältniß der elastischen Kraft des Dunstes, wodurch die Quantität des Wassers als Dunst bestimmt wird, weit schneller oder beinahe in geometrischer Progression zunimmt. Diese wichtige Thatsache steht mit höheren höchst interessanten Umständen in engem Zusammenhange.

In Bezug auf die Erscheinungen der Verdichtung des Dunstes der Atmosphäre mag Folgendes bemerkt werden. Die Quantität des Wassers im Zustande der Auflösung kann in der Atmosphäre nie größer, wohl aber kleiner sein, als die der Temperatur zukommende. Wenn daher Dunst oder, was das Nämliche ist, ein Theil mit Dunst gesättigter Luft bei einer gegebenen Temperatur bis unter den Sättigungspunkt abgekühlt wird, so trennt sich ein Theil des Dunstes in der Form von flüssigem Wasser, während der zurückbleibende die der neu erlangten verminderten Temperatur entsprechende elastische Natur annimmt. Die Formen, welche von dem so ausgeschiedenen Wasser angenommen werden, sind mannichfaltig und hängen großentheils von der losgetrennten Quantität und der in der atmosphärischen Luft stattfindenden Lostrennung ab. Ist die ausgeschiedene Wassermasse klein, so werden die winzigen losgetrennten, durch einen weiten Raum verbreiteten Theilchen in der Atmosphäre vermittelst deren Hebekraft festgehalten und nehmen die Form von Dem an, was wir der Unterscheidung halber sichtbaren Dunst nennen wollen, nämlich von Nebel, Wolken u. s. w. Ist aber die losgetrennte Masse größer, so sammeln sich die Theilchen in Tropfen, welche zu groß sind, um von der atmosphärischen Hebekraft gehalten werden zu können, und daher als Regen, Hagel u. s. w. auf die Erde fallen. Von den zwei großen Vorgängen der Verdunstung und Verdichtung ist ferner zu bemerken, daß sie vermöge einer bewundernswürdigen Vorkehrung ein beständiges Streben haben, jedes seine eigenen Wirkungen zu beschränken. Die Verdunstung wird nämlich durch Wärme vermehrt und macht kalt, während die Verdichtung durch Kälte hervorgebracht wird und Wärme frei macht. Überdies wird das Wasser in Folge einer andern wunderbaren Einrichtung durch die Verdunstung von allen fremden Körpern völlig geschieden und verdichtet sich so in einem Zustande vollkommener Reinheit.

Eigenschaften einer Atmosphäre von bloßem Dunst und von einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre. — Wir müssen jetzt die Art und Weise, wie der Dunst in der Atmosphäre vorhanden ist, genauer betrachten. Um das Verständniß der Sache zu erleichtern, wollen wir uns zuerst die Luft wegdenken und untersuchen, welches die Eigenschaften einer Dunstatmosphäre unter dem auf der Erdoberfläche und in verschiedenen Höhen über derselben bestehenden Drucke und bei der daselbst vorhandenen Temperatur wären.

Da die elastische Kraft des Dunstes schneller zunimmt, als seine Temperatur, und da die mittlere Temperatur unter dem Äquator wenigstens 80° beträgt, während sie an den Polen unter 32° steht, so folgt, daß in einer mit der unserer Erde gleiche Wärme enthaltenden Atmosphäre von Dunst die specifische Schwere des letzteren unter dem Äquator die des Dunstes an den Polen weit übersteigen würde. So äußert dieser unter denselben Umständen eine der Luft geradezu entgegengesetzte Eigenschaft. Daher wäre die Richtung der Seitenströmungen in einer Dunstatmosphäre auf der Erdoberfläche gerade die umgekehrte von der in einer Luftatmosphäre, sie ginge nämlich von dem Äquator gegen die Pole hin, anstatt, wie in der Luft, von den Polen gegen den Äquator.

Das Gesetz, wonach die Temperatur der Atmosphäre abnimmt, je mehr man von der Erdoberfläche aufsteigt, weil nämlich die atmosphärische Luft der Voraussetzung nach ohne Feuchtigkeit ist, haben wir bereits dargelegt. Ein ähnliches Gesetz würde das Abnehmen der Temperatur in einer Dunstatmosphäre bestimmen, nur ginge hier die Abnahme weit langsamer vor sich, als in einer Atmosphäre von völlig trockner Luft. So würde unter dem Äquator, wo die mittlere Temperatur auf dem Meeresspiegel wenigstens 80° beträgt, die Temperatur einer Atmosphäre von völlig trockner Luft in einer Höhe von 15,000 Fuß auf den Gefrierpunkt herabsinken, während

die Temperatur einer Dunstatmosphäre in derselben Höhe nur auf 70° herabsänke. In allen Parallelkreisen von einer niedrigern, mittlern Temperatur bis herab zu der niedrigsten an den Polen, würden in einiger Erhabenheit über dem Meeresspiegel ähnliche Verschiedenheiten zwischen der Temperatur einer Atmosphäre von völlig trockner Luft und der einer Dunstatmosphäre sich zeigen. Zugleich überstiege in dem ganzen Raume von dem Äquator bis zu den Polen die specifische Schwere des Dunstes auf dem Meeresspiegel stets seine specifische Schwere in einiger Erhabenheit über demselben. Daher fände sich in einer Dunstatmosphäre kein Streben nach scheitelrechten Strömungen.

Nachdem wir so die Haupteigenschaften einer Luft- und einer bloßen Dunstatmosphäre angegeben haben, kommen wir zu dem eigentlichen Gegenstand unserer Untersuchung, nämlich zu der Beschaffenheit einer aus einer Mischung von Luft und Dunst bestehenden Atmosphäre — einer solchen also, wie diejenige ist, in welcher wir leben.

Es kann für den Leser keine Schwierigkeit haben, sich die Beschaffenheit einer gemischten Atmosphäre zu denken, wenn er einerseits Das genau verstanden hat, was oben über die einfachen Atmosphären, aus welchen jene besteht, bemerkt worden ist, und andererseits zwei weitere Umstände, welche jetzt erwähnt werden sollen, ins Auge faßt. Die letztern stehen in engem Zusammenhange sowohl mit den bereits angegebenen Grundsätzen, als unter einander selbst, und eine Darlegung derselben ist durchaus nothwendig, um dem Leser eine richtige Vorstellung von dem Verhältnisse einer Dunstatmosphäre zu einer Luftatmosphäre beizubringen. Absichtlich ist die Betrachtung dieser Umstände bis auf diese Stelle verschoben worden, damit ihre Wichtigkeit da eingesehen würde, wo ihre Anwendung unmittelbar erforderlich ist. Sie bestehen in Folgendem:

Wenn Dunst und Luft mit einander vermischt werden, so hängt das daraus sich ergebende Volum der Mi-

schung von der Größe der elastischen Kraft des Dunstes und der Luft, nicht aber von dem Verhältnisse der Volume der letztern zu einander ab. Wird z. B. ein Kubikfuß Luft bei der Temperatur von 32°, welche eine 30 Zollen Quecksilber entsprechende elastische Kraft ausübt, mit einem Kubikfuß Dunst vermischt, welcher dieselbe Temperatur hat, dessen elastische Kraft aber nur gleich 1/5 Zoll Quecksilber ist, so beträgt das daraus entspringende Volum der Mischung nicht 2 Kubikfuß, sondern nur 1,0066 Fuß. Da deshalb das Hinzukommen des Dunstes zu der Luft den Umfang der letzteren verhältnißmäßig nur wenig vergrößert, und folglich auch ihre specifische Schwere nur in einem geringen Grade vermindert, so hat der in den oben beschriebenen großen Luftströmungen enthaltene Dunst beinahe keinen Einfluß auf dieselben.

Wenn zwei Theile Dunst von verschiedenen Temperaturen mit einander vermischt werden, oder wenn ein Dunsttheil mit einem Wassertheile oder einem andern Körper, der kälter ist, als der Dunst, in Vermischung oder Berührung gebracht wird, so ist die sich ergebende mittlere Temperatur, was für eine diese auch sein mag, in beiden Fällen diejenige, welche die elastische Kraft der Mischung bestimmt. Da nun die elastische Kraft des Dunstes von der Temperatur von 32° äußerst schnell zu 212° sich erhebt, indem ihre Zunahme in geometrischer Progression vor sich geht, während das Steigen der Temperatur in arithmetischer Progression vor sich geht, so folgt, daß, wenn zwei Dunsttheile von gleichem Umfange, aber von verschiedenen Temperaturen, mit einander vermischt werden, oder wenn man ein Dunsttheil mit einem kältern festen Körper in Berührung bringt, die sich ergebende mittlere Temperatur stets unter derjenigen stehen wird, welche erforderlich ist, um das Wasser im Zustande des Dunstes zu erhalten. Daher ist die Folge einer jeden solchen Vermischung oder Berührung die Verdichtung eines Theiles des Dunstes zu Wasser. In einem spätern Theile dieses Abschnittes wird es nöthig

sein, diese wichtige Thatsache weiter zu erläutern, hier mag nur ein bekanntes Beispiel angeführt werden. Würde ein Pfund Wasser bei der Temperatur von 212°, welches im Zustande des Dunstes einen Raum von etwa 27 Kubikfuß einnähme, mit einem Pfunde Wasser unter einer Temperatur von 32° plötzlich vermischt, so wäre die Wirkung davon eine augenblickliche Verdichtung des größern Theils des Dunstes zu Wasser; denn die sich ergebende mittlere Temperatur bliebe offenbar weiter hinter 212° zurück, unter welcher Temperatur die elastische Kraft des Dunstes äußerst schnell abnimmt. Auf dieser Eigenschaft des letztern beruht die Wirksamkeit der gemeinen Dampfmaschine. Und hiermit ist der Leser endlich zu der verwickelten Betrachtung einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre vorbereitet.

Wir haben nämlich gezeigt, daß die Abnahme der Temperatur einer Dunstatmosphäre beim Aufsteigen von der Erdoberfläche weit geringer wäre, als die einer Luftatmosphäre. Nun aber bleibt bei allen Temperaturen die atmosphärische Luft, während das Vorhandensein des Dunstes von der Temperatur abhängt, woraus folgt, daß in einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre die Quantität des in der Mischung enthaltenen Dunstes allein durch die Temperatur der Luft bestimmt wird, d. h. die Quantität des in einer Luftatmosphäre enthaltenen Dunstes kann zwar geringer sein, als die der Temperatur der Luft entsprechende Quantität, aber nie größer. Ist sie aber in einer solchen gemischten Atmosphäre gerade die der Lufttemperatur entsprechende Quantität, so wird von einer solchen Atmosphäre gesagt, sie sei mit Dunst gesättigt.

Aber weder auf der Erdoberfläche, noch in irgend einer Höhe über derselben, kann der Grad der Sättigung einer aus Luft und Dunst gemischten Atmosphäre demjenigen gleich sein, welcher der Temperatur der Luft zukommt, und der Unterschied zwischen diesen zwei Sättigungsgraden nimmt von oben nach unten zu. Die Ursache dieser Verschiedenheit soll jetzt erklärt werden. Da

das Steigen der Temperatur der Luft, von oben nach unten, in arithmetischer Progression vor sich geht, und da die Luft in einer gemischten Atmosphäre derjenige Bestandtheil ist, welcher die ganze Mischung beherrscht, so muß die Zunahme der Elasticität des Dunstes, anstatt dem geometrischen Verhältnisse zu folgen, das ihm als Dunst zukommt, sich nach dem arithmetischen Verhältnisse des Steigens der Temperatur der Luft richten. Das Ergebniß hiervon ist nothwendig, daß die in einer gemischten Atmosphäre vorhandene Dunstquantität bei einer allmäligen Abnahme der Erhabenheit über die Oberfläche allmälig kleiner werden wird, und zwar kleiner als diejenige, welche zur Sättigung der Luft erforderlich wäre. Ein Beispiel wird die Sache klar machen.

Unter dem Äquator steht, wie wir oben bemerkten, 15,000 Fuß über der Meeresfläche, die Temperatur der Luft etwa auf 32°. Nehmen wir nun an, die Luft sei in dieser Höhe mit Dunst gesättigt. Aus **Dr.** Dalton's Tabelle der Spannung oder elastischen Kraft des Dunstes bei verschiedenen Temperaturen erhellt, daß dieselbe bei 32° dem Gewichte eines 0,200 Zolls Quecksilber gleich ist, und daß der Unterschied zwischen der Elasticität des Dunstes bei 32° und der bei 33° — dies wäre nämlich das erste Glied in unserer angenommenen arithmetischen Reihe — 0,007 Zoll Quecksilber beträgt. Nun ist aber der Unterschied zwischen 32 und 80°, der mittleren Temperatur der Meeresfläche unter dem Äquator, 48°. Nimmt man daher an, jeder dieser 48 Grade steige in arithmetischer Proportion, und rechnet man hierbei auf jeden derselben 0,007, so wird die Elasticität für die 48 Grade zusammen 0,336 betragen, welche zu 0,200, der Elasticität bei 32°, addirt, 0,536 Zoll gibt, als die dem Dunste bei 80°, der Temperatur der Erdoberfläche unter dem Äquator, entsprechende Elasticität. Allein in eben derselben Tabelle **Dr.** Dalton's finden wir, daß 0,536 nicht die Elasticität des Dunstes bei 80°, sondern die bei etwa nur 61° darstellt. Nach dieser Schätzung muß, während die Temperatur der Erdoberfläche 80°

beträgt, unter dem Äquator der Punkt der Sättigung mit Dunst 19° unter dieser Temperatur liegen. Daraus folgt, daß in jener Gegend die unmittelbar auf der Erdoberfläche liegende Luft verhältnißmäßig trocken ist. Auch muß die Ursache, welche dieser Nachweisung gemäß die Trockenheit der Äquatorialluft auf der Erdoberfläche hervorbringt, auf der ganzen Erdkugel verschiedene Grade desselben Einflusses ausüben. Aber überall kann die auf der Erdoberfläche aufliegende Luft stets nur unter dem Sättigungsgrade stehen, da der beziehungsweise Grad der Trockenheit unter dem Äquator am höchsten steht, und, je mehr wir nördlich oder südlich gegen die Pole zurückgehen, allmälig abnimmt.

In einer solchen gemischten Atmosphäre, wie wir sie uns vorgestellt haben, und wie sie wirklich unsere Erdkugel umgibt — wenn sie sich im Zustande ungestörten Gleichgewichts befindet, und in dem der Ruhe gedacht wird — wird der beigemischte Dunst beinahe dasselbe Streben nach Bewegung haben, das in einer reinen Dunstatmosphäre, wie eine solche oben von uns beschrieben wurde, stattfinden würde. Aber wegen der gleichmäßigern Vertheilung des Dunstes da, wo er mit Luft vermischt ist, wird der Abstand zwischen den specifischen Schweren verschiedener Dunsttheile in verschiedenen Theilen der Atmosphäre weit weniger auffallend sein, als wenn die letztere blos aus Dunst bestände. Daher werden auch die auf solchen Verschiedenheiten der specifischen Schwere beruhenden Verhältnisse der Bewegung in einer gemischten Atmosphäre, auch wenn diese mit Dunst gesättigt ist, weniger bemerkbar sein, als dies in einer rein wässerigen Atmosphäre der Fall wäre, während in einer ungesättigten die Bewegungen des Dunstes dem Einflusse der Bewegungen der Luft noch mehr unterworfen sein müssen, als in einer Luftatmosphäre auf dem höchsten Sättigungsgrade.

Ehe wir diesen Theil unserer Untersuchung schließen, wollen wir einen Augenblick die Folgen dieser vergleichungsweisen Trockenheit der niedern Atmosphäre zunächst

an der Erde in Erwägung ziehen. Auf dem größeren Theile der Erde hat die Luft, welche wenigstens den Tag über durch die Berührung mit der Erdoberfläche erwärmt und dadurch leichter wird, ein beständiges Streben, in die höhere Atmosphäre aufzusteigen. Wäre nun diese Luft mit Dunst gesättigt, so würde, wenn sie sich bei ihrem Aufsteigen mit kälterer Luft vermischte, ihr Dunst immer mehr oder minder verdichtet, und eine Wolke müßte sich bilden. Lebten wir daher in einer solchen Atmosphäre, so würden wir beständig in einen Nebel gehüllt sein, durch welchen die Sonne nicht sichtbar wäre. Aber durch die wohlwollende Anordnung, deren wir uns erfreuen, ist diese Folge so völlig vermieden, daß, ausgenommen unter besondern Umständen, und auch dann immer nur zu wohlthätigen Zwecken, die Luft an der Erdoberfläche fast nie mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Die Luft, welche durch Berührung mit der Erde erwärmt worden ist, kann daher von der Oberfläche der letztern aufsteigen, ohne eine Verdichtung ihrer Feuchtigkeit innerhalb der Grenzen ihres Sättigungspunktes. So muß sie unter dem Äquator, ehe sie die Temperatur von 61°, dem angenommenen Punkte ihrer Sättigung, erreicht, bis zu der Höhe von 6000 bis 7000 Fuß aufsteigen. In dieser Höhe verdichtet sich ihr Dunst und es entsteht eine Wolke, welche entweder auf den Fleck hinabstürzt, von welchem der sie bildende Dunst aufgestiegen ist, oder von den Strömungen der Atmosphäre hinweggeführt wird, um eine andere Gegend zu erfrischen, oder sich in der Luft wieder auflöst, während in allen diesen Fällen der ganze untere Theil der Atmosphäre frei von Nebel ist und vollkommen hell bleibt. Diese Wirkungen gehen unablässig vor sich, ja die Wolken selbst bringen dadurch, daß sie ihre latente Wärme von sich geben und die Erdoberfläche vor dem directen Einflusse der Sonne schützen, eine weitere Wirkung hervor und haben ein beständiges Streben, ihr eignes Wesen und Dasein zu verändern.

Das allgemeine Ergebniß der mit den Eigenschaften des Dunstes verbundenen, so künstlichen und schönen Ma-

schinerie ist, wie wir oben bemerkten, Das, daß fortwährend Wasser in die Atmosphäre steigt, wo es sich auf der ganzen Erde wieder zu Regen u. s. w. verdichtet. Wir wollen daher nun, ein wenig mehr ins Einzelne gehend, die Verhältnisse der zwei großen Processe der Verdunstung und Verdichtung untersuchen, wodurch diese wichtigen Anordnungen zur Ausführung gebracht werden.

Allgemeine Verhältnisse der Verdunstung und Verdichtung, wie sie in unserer Atmosphäre bestehen, und Umstände, welche auf diese Verhältnisse Einfluß haben. — Der Grad und das Verhältniß der Verdunstung, obgleich sie mit der Temperatur steigen, hängen doch hauptsächlich von dem vorhandenen Grade der Sättigung der Luft ab, d. h. unter allen Temperaturen nimmt die Verdunstung in dem Verhältnisse ab, in welchem die Luft, die den Dunst aufnimmt, sich ihrem Sättigungspunkte nähert. Daraus folgt, daß in einer mit Feuchtigkeit vollkommen gesättigten und in einem Zustande thermalen und dynamischen Gleichgewichts sich befindenden Atmosphäre weder Verdunstung noch Verdichtung stattfinden kann. Diese Processe zeigen daher immer eine Störung des thermalen oder Wärmegleichgewichts in irgend einem Theile der Atmosphäre an. Verdichtung nämlich weist auf eine Herabdrückung der Temperatur unter die mittlere oder den Punkt des Wärmegleichgewichts hin; Verdunstung dagegen beweist, daß die Temperatur in einem Theile der Atmosphäre über die mittlere sich erhoben hat, oder wenigstens, daß die unter die mittlere hinabgedrückte Temperatur wiederum im Aufsteigen zu dem mittleren Punkte begriffen ist. Diese beiden Processe können auf diese Weise als gegenseitig abhängig gedacht werden, so daß der eine nicht stattfinden kann ohne den andern. Aus diesem Grunde bewegen sie sich, in dem ganzen großen Gebiete der Natur, innerhalb gewisser Grenzen, welche nie überschritten werden, um den Punkt des Gleichgewichts, und die letzteren nehmen, obgleich sie unzähligen

Unregelmäßigkeiten unterworfen sind, im Allgemeinen vom Äquator aus gegen die Pole hin ab.

Was die Temperatur betrifft, welche den Punkt des Gleichgewichts ausmacht, so würde dieser also in einer Dunstatmosphäre der höchste Sättigungspunkt sein. Aber in einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre, wie die unserer Erdkugel ist, kann der Punkt des Gleichgewichts nicht der der äußersten, sondern muß der oben beschriebene niedrigere Punkt der Sättigung sein, wie er durch die Temperatur der vorherrschenden Luft bestimmt wird. So wird unter dem Äquator, wo die mittlere Temperatur der Meeresfläche ungefähr 80° beträgt, der mittlere Punkt der Sättigung nach unserer früheren Berechnung 61° sein, während er zu London, wo die mittlere Jahrestemperatur 49½° beträgt, von Daniell auf 44½° festgestellt worden ist. In gemäßigten Klimaten wechselt er mit den Jahreszeiten von Tag zu Tag, indem er im Sommer höher ist, als im Winter. In einem kürzeren Zeitraume, wie dem eines Tages und einer Nacht, steht der mittlere Sättigungspunkt, wie zu erwarten ist, gewöhnlich in einem gewissen Verhältnisse zu dem niedeasten Grade, zu welchem die Temperatur während jenes Zeitraums herabgesunken ist, da der Hygrometer zeigt, daß der Sättigungsgrad in irgend einer Stunde selten unter dem der niedrigsten Temperatur der 24 Stunden entsprechenden Sättigungspunkte steht, auf welchem er beinahe gleichförmig beharrt, so daß dieser während der wärmeren Theile des Tages gewöhnlich nur um wenige Grade verschieden ist. Das Steigen und Sinken desselben in gemäßigten Klimaten ist auf diese Weise eine andere und fortwährende Ursache von Veränderungen und erzeugt eine Mannichfaltigkeit der Verdunstung und Verdichtung, welche jedes Versuchs einer genauen Zusammenstellung spottet.

Aus dem Gesagten wird erhellen, daß in einer gemischten Atmosphäre das Maß der Verdunstung und Verdichtung unter sonstigen gleichen Umständen auf der Verschiedenheit der Temperatur der Luft nicht von dem höch-

sten, sondern von dem mittleren Sättigungspunkte beruht; d. h. je nachdem diese Verschiedenheit wächst, zu- oder abnimmt.

Beschaffenheit und Ursachen der Bewegungen des Dunstes durch die Luft der Atmosphäre. — Das Wasser wird auf zweifache Weise durch die Atmosphäre verbreitet, nämlich durch die Bewegungen des eigentlich sogenannten Dunstes und durch die des sichtbaren Dunstes oder der Wolken.

In Beziehung auf die Bewegungen des eigentlichen Dunstes mag bemerkt werden, daß derselbe theils durch Zuführung durch die Atmosphäre verbreitet wird, hauptsächlich aber vermittelst des oben beschriebenen Strebens, welches dem Wasser unter allen Temperaturen eigen ist, die Form des Dunstes anzunehmen und sich durch die Luft zu zerstreuen. In einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre haben auf die Bewegung des ersteren ohne Zweifel die Bewegungen der letzteren bedeutenden Einfluß. Große Luftmassen z. B., welche im Verhältniß zu ihren jedesmaligen Temperaturen mehr oder weniger mit Dunst gesättigt sind und eine scheitelrechte oder zur Seite gehende Bewegung haben, müssen den Dunst, welchen sie enthalten, mit sich führen, mag desselben nun viel oder wenig sein. Andererseits können, obgleich in geringerem Grade, die Bewegungen der Luft, je nachdem die des Dunstes ihnen günstig oder entgegen sind, durch dieselben beschleunigt oder aufgehalten, ja sogar verursacht werden.

Wenn nämlich in einer Dunstatmosphäre die Temperatur und folglich die Elasticität eines Theils vermindert wird, so fährt der den letztern umgebende Dunst, vermöge seiner größeren elastischen Kraft, fort, der kälteren Gegend zuzustreben und hier verdichtet zu werden, bis das Wärmegleichgewicht hergestellt ist. Die so entstehende Bewegung beruht auf den dynamischen Eigenschaften des Dunstes, und in einer Dunstatmosphäre wäre diese Herstellung des dynamischen Gleichgewichts, welches von dem der Wärme abhängt, beinahe ein Werk des

Augenblicks. Aber in einer gemischten Atmosphäre verhindert das Vorhandensein der schwereren und reichlicheren Luft die Schnelligkeit der Bewegung des leichteren und weniger reichlichen Dunstes um ein Bedeutendes. Daher geschehen die Bewegungen des letzteren, anstatt sturzweise zu erfolgen und augenblickliche Überschwemmungen herbeizuführen, nur langsam, und plötzlicher Verdunstung und Verdichtung sammt ihren Folgen ist wirksam vorgebeugt. Dieses Streben der Dunsttheile von verschiedenen Temperaturen nach Verbreitung hat ohne Zweifel auf die anstoßenden Oberflächen großer, besonders aber kleiner in verschiedenen Graden gesättigter Luftmassen bedeutenden Einfluß. So kann, wie wir bereits bemerkt haben, die Störung des Gleichgewichts des Dunstes in einem Theile der gemischten Atmosphäre eine solche Ausdehnung erreichen, daß der benachbarte Dunst, durch sein Streben nach Herstellung des Gleichgewichts, zur Bewegung getrieben, gelegentlich Luft und Wolken mit sich führen und so locale Strömungen hervorbringen kann. Denken wir uns z. B., eine Masse warmer und beinahe vollkommen trockner Luft werde in die Nachbarschaft einer andern Luftmasse gebracht, welche genau von derselben Temperatur, aber mit Dunst gesättigt wäre. Die zwei Luftmassen würden in diesem Falle, da sie dieselbe Temperatur hätten, als Luft, kein Streben, sich zu vermischen, äußern. Aber da sie Theile einer aus Dunst und Luft gemischten Atmosphäre wären, so wäre die trocknere Luft ein Vacuum, gegen welches der Dunst aus der feuchten Luft hinstrebte, bis beide Luftarten gleich feucht wären. Hierbei würde wohl die Bewegung des Dunstes eine größere oder geringere Bewegung in der Luft erzeugen, während wahrscheinlich eine augenblickliche Wolke sich bildete, welche mit der Herstellung des Gleichgewichts wieder verschwände. Auf diese Weise entstehen wahrscheinlich manche der kleineren Bewegungen der Atmosphäre.

Die Bewegungen des sichtbaren Dunstes oder der Wolken werden hauptsächlich durch Strömungen in der

Atmosphäre oder Winde und durch Elektricität verursacht. Obgleich auch auf die des eigentlichen Dunstes atmosphärische Strömungen bedeutenden Einfluß ausüben, so ist dies doch bei ihm weniger der Fall, als bei dem sichtbaren Dunste, denn wenn er sich einmal abgesondert und die Form des letzteren angenommen hat, so treten die ihm eigenen Kräfte der Bewegung zurück und er fällt ganz denen der Zuführung anheim. Daher sind die sichtbaren Dünste von allen Arten, weil sie von jedem Lüftchen mitgeführt werden können, in einem beständigen Zustande der Bewegung und werden so häufig dahin gebracht, wohin der eigentliche Dunst mittelst seines bloßen Strebens nach Verbreitung nie gelangen wird.

Eine andere unzweifelhafte Ursache der Bewegung des sichtbaren Dunstes oder der Wolken ist die Elektricität. In der Form des eigentlichen Dunstes weiß man von keinem Einflusse, den die Elektricität auf die Bewegungen des Wassers in der Atmosphäre ausübte; aber sobald das letztere herabkommt und die Form des sichtbaren Dunstes annimmt, wird es elektrischer Anziehung und Abstoßung unterworfen, welche auf die Bewegungen der Wolken großen Einfluß ausüben, wie dies später noch genauer nachgewiesen werden wird.

Zufällige Umstände, welche auf die Verdunstung Einfluß haben. — Die zufälligen Umstände, welche hauptsächlich zur Bestimmung der Masse der Verdunstung mitwirken, sind die größere oder geringere Ausdehnung der ausdünstenden Oberfläche, so wie die Schnelligkeit und der Sättigungsgrad des über diese Oberfläche hinziehenden Luftstroms. Aber auch außerdem üben wahrscheinlich noch andere Umstände beträchtlichen Einfluß auf die Verdunstung aus, von welchen einige für uns von der größten Wichtigkeit sind, da sie in unmittelbarem Zusammenhange mit unserer Existenz stehen. Die hauptsächlichsten davon sind die zufälligen Umstände des Wassers, welches Verdunstung erleidet, und die zufälligen Umstände der Luft, in welche das Wasser verdunstet.

In Beziehung auf jene bemerken wir fürs Erste, daß der Zustand des Wassers als Eis, so viel man weiß, auf daß Maß der Verdunstung nicht den geringsten Einfluß hat, wie man wohl erwarten könnte. So führt Howard ein Beispiel vom Monate Januar in einem bestimmten Jahre an, wo der Dunst von einer 5 Zoll im Durchmesser betragenden kreisförmigen Schneefläche zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang sich auf 150 Gran belief und vor dem nächsten Abende 50 weitere Gran hinzugekommen waren, da man den Schnee einem scharfen Winde auf dem Hausgiebel ausgesetzt hatte. Unter gleichen Umständen würde ein Morgen schneebedeckten Landes im Laufe von 24 Stunden die ungeheure Masse von 64,000,000 Gran Feuchtigkeit ausdünsten! Sogar nur durch die Ausdünstung während der Nacht würden 1000 Gallonen Wasser von einem Morgen Schnee aufsteigen. Daraus erklärt sich leicht, wie ein mäßiger Schnee während eines nachfolgenden nördlichen Windes, ohne das geringste bemerkbare Schmelzen auf der Oberfläche, völlig verschwinden kann. Dies haben wir angeführt, um auch den unkundigeren Leser zu überzeugen, daß selbst Schnee und Eis beständig ausdünsten; ja man hat sogar, wie wir bereits bemerkten, Grund zu glauben, daß die so ausdünstende Quantität derjenigen vollkommen gleich ist, welche vom Wasser ausdünsten würde, vorausgesetzt, daß dieser Körper unter derselben Temperatur als Flüssigkeit bestehen könnte.

Die zufälligen Umstände des Wassers, welche auf die Verdunstung und Sättigung einfließen, beruhen hauptsächlich auf seiner Reinheit oder Unreinheit. Das Vorhandensein von fremden Körpern, z. B. Salzstoffen, steigert bekanntlich den Siedpunkt des Wassers bedeutend, oder mit andern Worten, verringert sein Streben, Dunst zu werden, und vermindert dadurch sein Verdunstungs- und Sättigungsvermögen. Daher ist die Luft oberhalb der See, obgleich im Allgemeinen dem der Breite und Temperatur angemessenen Sättigungspunkte weit näher, als die Luft oberhalb des Landes, dennoch vergleichungs-

weise selten in einem Zustande vollkommener Sättigung, und das Meerwasser ist so weit entfernt, die Luft mit Feuchtigkeit bis zum Sättigungspunkte versehen zu können, daß es sogar die Eigenschaft hat, einer so gesättigten Atmosphäre einen Theil ihrer Feuchtigkeit zu nehmen und dadurch die Luft bis zu einem gewissen Grade trocken zu machen.

Mit der Verdunstung auf dem Lande verhält es sich gerade so wie mit der vom Meerwasser, da die verschiedenen Fels- und Bodenarten als eben so viele Salzstoffe betrachtet werden können, welche in ihren verschiedenen Graden das Streben des mit ihnen verbundenen Wassers, Dunst zu werden, vermindern. Daher sind unter denselben Umständen einige Fels- und Bodenarten trocken, während andere feucht sind, so daß je nach dem Verdunstungsvermögen der Felsen und des Bodens eines Landes das letztere allen Folgen der Trockenheit oder Feuchtigkeit unterworfen sein wird. Auch Pflanzen scheinen in ihrer Fähigkeit, das Wasser zu halten, sehr verschieden zu sein. Die Trockenheit eines Landes wird daher in bedeutendem Grade von der Beschaffenheit seiner Vegetation abhängen, und das Vorherrschen gewisser Pflanzen oder Bäume in einer Gegend wird die Feuchtigkeit ihres Bodens vergrößern.

Betrachten wir die Wirkung, welche fremde Stoffe in der Atmosphäre auf die Verdunstung von dem darunter liegenden Lande oder Wasser hervorbringen, so können wir von dem Einflusse fremder Stoffe in dem Wasser selbst gesprochen haben. Man hat jedoch Grund zu glauben, daß sich gewisse Grundstoffe der Atmosphäre gelegentlich verbinden, und daß dann diese Zusammensetzungen, als fremde Körper wirkend, auf die Verdunstung wesentlich einwirken.

Zufällige Umstände, welche auf die Verdichtung Einfluß haben. — Die Verdichtung des Dunstes der Atmosphäre ist je nach der Ursache der verminderten Temperatur, wodurch die Verdichtung hervorgebracht wird, einigermaßen verschieden. Wir werden

daher mit denjenigen Erscheinngen des Herabfallens der Feuchtigkeit aus der Atmosphäre beginnen, welche auf der Ausstrahlung der Wärme von der Erdoberfläche in den leeren Raum beruhen. Die merkwürdigsten dieser Erscheinungen sind der Thau, der Reif und gewisse Arten von Nebel.

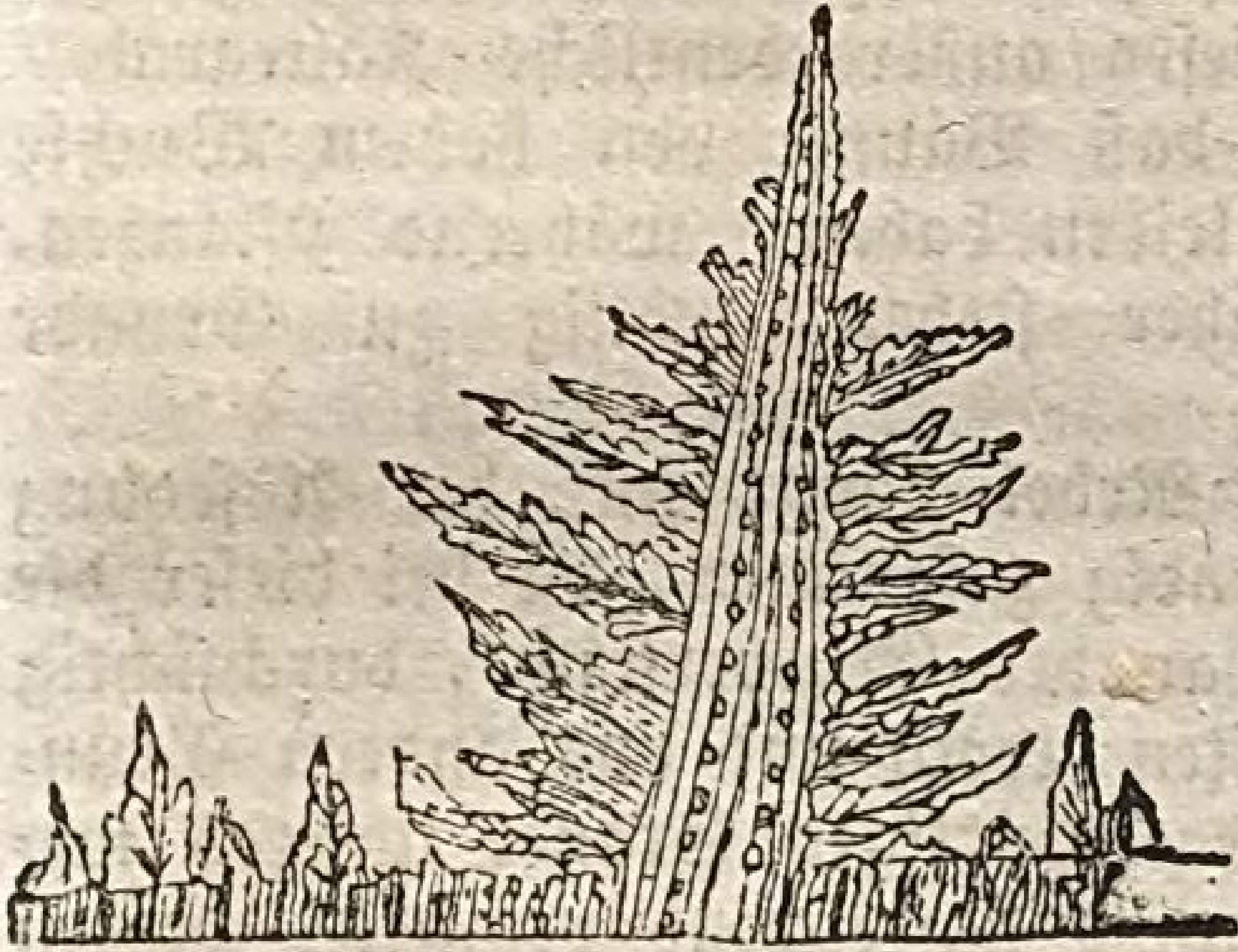
Vom Thau. — Die Erscheinungen des Thaus wurden zuerst genügend von dem vorstorbenen Dr. Wells erklärt, welcher durch die entscheidendsten Versuche zeigte, daß alle diese Erscheinungen den Wirkungen der Wärmeausstrahlung von der Erdoberfläche, während der Abwesenheit der Sonne, zuzuschreiben seien. Für unsern gegenwärtigen Zweck genügt jedoch die Bemerkung, daß, wenn der unmittelbare Einfluß der Sonne Abends entfernt ist, und daher die Erdoberfläche keine Wärme mehr bekommt, in diesem Augenblicke, bei dem unaufhörlichen Streben der Wärme nach einem Zustande des Gleichgewichts, die Erde als der wärmere Körper einen Theil ihrer überflüssigen Temperatur in den sie umgebenden Raum ausstrahlt, wodurch die in unmittelbarer Berührung mit der Erdoberfläche stehende Luft bis unter den Sättigungspunkt abgekühlt wird und einen Theil ihres Wassers in der Gestalt des Thaus von sich gibt.

Früher haben wir bemerkt, daß das Ausstrahlungsvermögen der Körper je nach ihrer Zusammensetzung, der Beschaffenheit ihrer Oberfläche, ihrer Farbe u. s. w. ausnehmend verschieden sei. Diese Verschiedenheiten bringen nun auch ähnliche Wirkungen bei der Ausscheidung des Thaus hervor und erklären, wie dies Dr. Wells sehr schön nachgewiesen hat, die größere oder geringere Masse desselben unter gewissen Umständen und seine völlige Abwesenheit unter andern.

Auf diese Weise ist, was früher so außerordentlich erschien, nämlich, warum bei eben demselben Zustande der Atmosphäre u. s. w. ein Theil der Erdoberfläche oder der Kräuter mit Thau bedeckt sein kann, während ein anderer in der nächsten Nachbarschaft trocken bleibt, kein Geheimniß mehr, sondern wird durch die Voraussetzung

ihres verschiedenen Ausstrahlungsvermögens vollkommen erklärbar.

Der Absatz von Thau fällt in ruhigen wolkenlosen Nächten und an Örtern, welche der Atmosphäre frei ausgesetzt sind, stets am reichlichsten aus. Was irgendwo mit dem Processe der Ausstrahlung zusammenhängt, hat, wie zu erwarten steht, auch eine große Einwirkung auf die Ablagerung des Thaus. Daher wird die letztere, wie die erstere, nicht blos durch die leichteste Bedeckung, z. B. eine dünne Matte oder sogar Musselin, durch die Nähe von Gebäuden und durch unzählige andere Hindernisse unmöglich gemacht, sondern auch Gegenstände, welche in großer Entfernung von der Erde dazwischenkommen, bringen genau dieselbe Wirkung hervor. Wolken z. B. sind ein bedeutendes Hinderniß für die Ausstrahlung der Wärme von der Erdoberfläche, so daß wolkige Nächte stets wärmer sind, als helle, und folglich in jenen in der Regel nur wenig oder gar kein Thau abgesetzt wird.



Vom Thau führt ein unbemerkbarer Übergang zum Reife, da dieser nichts Anderes ist, als gefrorner Thau, und größere Kälte anzeigt. Wir bemerken daher, daß frostige Nächte, wie bloße Thaunächte, gewöhnlich still und klar sind. An Glas setzt sich der Reif oft in nebenstehender Gestalt an.

Der Einfluß der Aus-

strahlung auf die Kälte der Erdoberfläche würde von unaufmerksamen Beobachtern kaum begriffen werden. Oft ist in einer ruhigen Nacht die Temperatur eines Grasplatzes 10 bis 15° niedriger, als die der Luft wenige Fuß oberhalb desselben. Daher ist die Pflanzenwelt in unserm Klima 10 Monate des Jahrs bei Nacht einer Gefriertemperatur und sogar im Juli und August einer nur 2 bis 3 Grade wärmeren ausgesetzt. „Nichts desto weniger kann," um mich der Worte Daniell's zu bedienen, „kein Zweifel obwalten, daß für Pflanzen, welche in Klimaten wachsen, für die sie von der Natur ursprünglich bestimmt sind, die Ausstrahlung durch die Absetzung der für das Blätterwerk bestimmten Feuchtigkeit sehr wohlthätig wird, und nur zarte, der rauhen Temperatur einer unnatürlichen Lage künstlich ausgesetzte Pflanzen beschädigt dieser außerordentliche Kältegrad." Auch ist zu bemerken, daß Bäume von hohem Wuchse vom Froste nichts zu leiden haben, während Pflanzen, welche dem Boden näher stehen, völlig zu Grunde gehen.

Vom Nebel. — Nebel hängt mit der Absetzung von Thau nicht nothwendig zusammen, da bei dieser die Atmosphäre oft, sogar an der Erdoberfläche, durchsichtig bleibt. Zu anderen Zeiten jedoch und aus andern Gründen, welche bei dem gegenwärtigen Stande unseres meteorologischen Wissens nicht hinreichend ermittelt werden können, ist die Absetzung des Thaus von einem mehr oder minder dichten und von der Erdoberfläche bis zu einer größern oder geringern Höhe in der Atmosphäre sich ausdehnenden sichtbaren Dunste oder Nebel begleitet. Die optischen Eigenschaften und die Schwebkraft des letztern in der Atmosphäre möchten anzuzeigen scheinen, daß er nicht aus festen Theilchen, sondern aus winzigen hohlen Bläschen besteht, welche die Eigenschaft gegenseitiger Abstoßung haben, wodurch, wenigstens unter den gewöhnlichen Umständen, die Verbindung der Bläschen zu Tropfen verhindert wird. Diese Bläschen sind, wie man gelegentlich bemerkt hat, oft von beträchtlicher Größe. So sah

Saussure auf einer seiner Alpreisen Bläschen langsam vor sich hinschwimmen, welche größere Durchmesser als Erbsen hatten und deren Hülle unbegreiflich dünn zu sein schien. Jedoch darf nicht unerwähnt bleiben, daß über die Zusammensetzung des sichtbaren Dunstes die Meinungen verschieden sind.

Daß die Ursache der Bildung des Nebels bis zu einem gewissen Grade mit der der Bildung des Thaues gleich ist, erhellt aus dem Vorherrschen des erstern über Flüssen und andern großen Wassermassen, besonders während der Wintermonate. Die Ausstrahlung der Wärme vom Land und Wasser ist in diesen Jahreszeiten sehr verschieden; am größten aber ist der Unterschied, wenn die Temperatur des Wassers 40°, dem Punkte seiner höchsten Dichtigkeit, sich nähert. Das Wasser hat dann bei Tag und Nacht eine beinahe gleichmäßige Temperatur, während die des Landes bei Tage 40° bei weitem übersteigt, Nachts aber oft bedeutend unter dieser Temperatur steht. Da das Wasser meist eine niedere Lage einnimmt, so wird, wenn wegen der Unebenheit der Oberfläche des Landes oder aus einer andern Ursache die durch Ausstrahlung hervorgebrachte kältere Luft über dem Lande mit der kälteren über dem Wasser sich vermischt, die Feuchtigkeit in der letztern verdichtet, so daß sie zu Nebel wird. Daher unterscheidet sich die Bildung des Nebels etwas von der des Thaus, insofern bei ihr, obgleich nicht immer, eine Vermischung verschieden temperirter Lufttheile stattfindet. Hiermit ist klar, warum man so häufig über Strömen und Thälern, so wie an andern Orten, wo sich eine Wassersammlung befindet, Nebel sieht. Meistens entstehen die letzteren in hellen und kalten Nächten, und selten oder nie bei wolkigem Wetter, indem der Zustand der Atmosphäre auf diese Nebel genau denselben Einfluß hat, wie auf die Absetzung des Thaus. Es kann kein Zweifel darüber obwalten, daß sie gleich den Wolken zur Verhinderung der Ausstrahlung und zur Milderung der Kälte sehr viel beitragen. Die Nebel sind daher im Haushalte der Natur von großer

Wichtigkeit. Pflanzen, welche in niederen Lagen wachsen, werden durch sie vor dem zerstörenden Einflusse plötzlicher Kälte bewahrt, welche nicht nur durch die freie Wärmeausstrahlung an solchen Örtern, sondern auch durch das Herabkommen kalter Luft aus den benachbarten höheren Lagen beinahe sicher hervorgebracht würde.

Die Nebel, welche über großen Städten hängen, lassen sich auf ähnliche Weise wie die andern erklären. Die Luft der Stadt, welche wärmer als die der sie umgebenden Landschaft und zugleich beinahe bis zum Sättigungspunkte mit Feuchtigkeit geschwängert ist, wird bei kaltem Wetter entweder durch die Ausstrahlung ihrer eigenen Wärme oder durch die Beimischung der benachbarten kalten Luft plötzlich abgekühlt, während die überflüssige Feuchtigkeit sich zu Nebel verdichtet.

Die Nebel hoher Breiten, besonders die der Polarmeere, rühren ebenfalls von der Wärmeausstrahlung her. Die Abkühlung der wärmeren Luft über den ungeheuren Massen schwimmenden Eises erzeugt eine ungleiche Vertheilung der Temperatur und dadurch zu gewissen Jahreszeiten ununterbrochene Nebel. Wahrscheinlich mildern die letztern in allen diesen Fällen höchst wohlthätig die Strenge der Kälte, indem sie große und plötzliche Temperaturwechsel mäßigen, welche sonst in die Thätigkeiten des organischen Lebens sehr störend eingreifen würden.

Man hat auch schon Nebel von einem starken Geruche bemerkt, offenbar dem Ergebnisse einer Beimischung fremder Körper. Diese Nebel sollen später genauer betrachtet werden.

Von den Wolken. — Von den Nebeln ist der Übergang zu den Wolken leicht und natürlich, da diese nicht mehr und nicht weniger sind, als Massen von sichtbarem Dunste, genau wie die, welche die Nebel bilden, aber von der Erdoberfläche entfernt. Hauptsächlich unterscheiden sich die Wolken von den Nebeln durch ihre Bildungsart. Nebel sind, wie der Thau, das Ergebniß der Abkühlung der untern Schichten der Atmosphäre durch Ausstrahlung, oder des Einflusses, welchen die durch

Ausstrahl.ng abgekühlte Luft auf die wärmere ausübt. Die Wolken beruhen wahrscheinlich völlig auf Wärmezuführung und entstehen aus der Vermischung von Luftschichten verschiedener Temperaturen und Sättigungsgrade in den höheren Regionen der Atmosphäre.

Dies ist die gewöhnliche Ansicht über die Bildung der Wolken, jedoch muß man gestehen, daß der Gegenstand bedeutende Schwierigkeiten darbietet, und daß die bloße Annahme von Schichten mit verschiedenen Temperaturen, größerer oder geringerer Sättigung mit Dunst, und Bewegungen, welche der Voraussetzung gemäß eben von jenen verschiedenen Temperaturen und Sättigungsgraden abhängen, durchaus ungenügend scheint, um daraus alle mit der Bildung und dem Aussehen der Wolken zusammenhängenden Erscheinungen zu erklären.

Aus den Sätzen, welche wir oben bei der Beschreibung der Erscheinungen und Eigenschaften einer aus Luft und Dunst gemischten Atmosphäre aufstellten, erhellt, daß die Wolken gewöhnlich in derjenigen Höhe der Atmosphäre sich bilden, wo die mittlere Temperatur der Luft dem Sättigungspunkte der letzteren gleich wird oder unter denselben herabsinkt. Diese Höhe, welche die Wolkenregion genannt werden kann, muß folglich unter dem Äquator am höchsten sein — ein durch Erfahrung gerechtfertigter Schluß; denn man hat beobachtet, daß innerhalb der Wendekreise die Wolken meistens in größerer Höhe sich befinden, als in den gemäßigten Zonen, und in diesen zeigen sie sich wiederum im Sommer höher, als im Winter. Gay Lussac berechnet, daß in den gemäßigten Zonen die Wolken sich gewöhnlich in einer durchschnittlichen Entfernung von 4500 bis 6000 Fuß über der Erdoberfläche befinden. Manchmal jedoch haben die Wolken eine weit größere Höhe, und der Cirrus, eine Wolkenart, die jetzt beschrieben werden soll, ist weit über der größten von Menschen bis jetzt erreichten Höhe gesehen worden.

In einigen Theilen der Welt sieht man selten Wolken, während in andern der Himmel beinahe nie wolken-

los ist. Solche Extreme finden sich gewöhnlich in extremen Klimaten oder beruhen auf localen Ursachen. In den gemäßigten Zonen ist wegen der Unregelmäßigkeit der atmosphärischen Strömungen und wegen der übrigen unzähligen zur Störung des Gleichgewichts der Atmosphäre mitwirkenden Umstände der allgemeine Charakter der Wolken sogar unter derselben Breitenparallele sehr verschieden. Daher kommt die grenzenlose Mannichfaltigkeit in der Abwechselung von Sonnenschein, Wolken und Regenschauern, welche die gemäßigten Zonen überhaupt und unsern veränderlichen Himmel insbesondere auszeichnet, wo sie einen so beständigen und entscheidenden Einfluß auf unser Wohlbefinden ausübt, daß sie beinahe von unserer Existenz selbst unzertrennlich geworden ist.

Obgleich die Wolken von so grenzenloser Mannichfaltigkeit der Gestalt und des Aussehens sind, so sind sie doch von Howard unter drei Hauptclassen mit vier Nebenarten gebracht worden. Die drei Hauptclassen sind folgende:

Der Cirrus, welcher aus faserartigen, gleichlaufenden, sich schlängelnden oder divergirenden und nach allen Richtungen ausdehnbaren Streifen besteht;

der Cumulus, der convex oder in kegelförmigen Massen zusammengehäuft ist und von einer horizontalen Basis aus gegen oben hin zunimmt;

der Stratus, welcher horizontal in einer zusammenhängenden Schichte sich ausbreitet und von unten herauf zunimmt.

Die erste dieser Gattungen, der Cirrus, ist hauptsächlich auf die höheren Regionen der Atmosphäre beschränkt. Die zweite, der Cumulus, nimmt zwar eine niedrigere, aber immer noch hohe Stellung ein, während die dritte, der Stratus, gewöhnlich auf der Oberfläche der Erde verweilt und die bereits beschriebenen Nebel ausmacht.

Von den vier Nebenarten der Wolken sind zwei als Mittel- und zwei als zusammengesetzte Arten zu bezeichnen.

Die erste der Mittelarten ist der Cirro-Cumulus, der aus kleinen rundlichen und wohlbegrenzten Massen in gedrängter horizontaler Zusammenordnung besteht.

Die Massen, welche die zweite Mittelart, den Cirro-Stratus, bilden, sind ebenfalls klein und rundlich, werden aber gegen ihre Peripherie oder gegen einen Theil derselben hin dünner. Sie zeigen sich manchmal getrennt; erscheinen sie aber in Gruppen, so ist ihre Ordnung entweder horizontal oder sie beugt sich leicht ab, und die Massen sind entweder abwärts gerichtet oder wellenförmig.

Von den zwei zusammengesetzten Arten der Wolken ist die erste der Cumulo-Stratus. der aus dem mit dem Cumulus vermengten Cirro-Stratus besteht, indem dieser entweder mit den größern Massen des erstern vermischt ist oder die Basis desselben in die Breite zieht.

Die zweite zusammengesetzte Art ist der Cumulo-Cirro-Stratus oder Nimbus, die Regenwolke, diejenige Art von Wolken, aus welchen der Regen fällt. Der Nimbus ist eine horizontale Schichte von Wasserdunst, über welcher sich Wolken von der Cirrus-Form ausbreiten, während andere von der Cumulus-Form von der Seite und von unten sich mit derselben verbinden.

Einige Aufmerksamkeit wird Jeden in den Stand setzen, diese verschiedenen Wolken zu unterscheiden, wenigstens wenn die Eigenthümlichkeit ihrer Formen scharf hervortritt. Jedoch muß zugestanden werden, daß die Wolken oft Gestalten annehmen, welchen es schwer ist, einen Namen zu geben.

Was die Bewegung der Wolken anbelangt, so gibt es vielleicht keinen Gegenstand, welcher mehr optischen Täuschungen ausgesetzt wäre, als dieser. Nehmen wir an, eine Wolke bewege sich von dem fernen Horizonte her gegen den Ort, wo wir stehen, sie behalte ferner während dieser Bewegung ihre Größe und Gestalt unverändert bei und ziehe eine gerade horizontale Linie.

Eine so sich bewegende Wolke wird beim ersten Anblicke in Berührung mit dem fernen Horizonte zu stehen und daher wegen dieser Entfernung weit kleiner scheinen, als sie in der Wirklichkeit ist. Während ihrer Annäherung gegen uns wird es uns vorkommen, als ob sie sich gegen den Himmel erhebe und allmälig größer werde, bis sie beinahe gerade über unserm Haupte steht. Setzt sie ihren Lauf fort, so wird sie wieder vom Zenith herabsteigen und in demselben Verhältnisse an Größe abzunehmen scheinen, wie sie vorher zunahm, bis sie endlich in der, derjenigen Seite, von welcher aus sie ihre Bewegung begann, entgegengesetzten Ferne verschwindet. So wird dieselbe Wolke, ohne von ihrer Bewegung in einer geraden Linie abzuweichen oder ihre Größe und Gestalt zu verändern, durch optische Täuschung uns beständig ihren Umfang zu wechseln scheinen. Auch wird es uns vorkommen, als ob die Linie ihrer Bewegung, anstatt gerade zu sein, eine krumme wäre, welche ihren Gipfelpunkt gerade über uns und ihre grenzenlosen Enden an entgegengesetzten Punkten des Horizonts hätte. Allein der von uns angeführte Fall ist der einfachste, den man sich nur denken kann. Denn in der Wirklichkeit verändern die Wolken fortwährend ihre Gestalt, Größe, Richtung und Schnelligkeit, so daß diese richtig zu schätzen oder ihre Bewegungen zu entwirren, durchaus unmöglich ist.

Nach Dem, was angeführt worden ist, wird es überflüssig sein, bei dem Nutzen, welchen die Wolken im Haushalte der Natur gewähren, länger zu verweilen; wir wollen den Leser daher nur an einige der auffallendsten Wohlthaten erinnern, welche wir den Wolken verdanken. Die erste besteht darin, daß die Wolken eine Art von Mittelzustand zwischen dem Dunst und Wasser ausmachen, wodurch plötzlichen Absetzungen von Wasser und deren Folgen völlig vorgebeugt ist Fiele all das aus der Atmosphäre ausscheidende Wasser auf einmal als Wasser auf die Erde, so wären wir beständig Überschwemmungen und andern Gefahren ausgesetzt, welche alle durch

die getroffene treffliche Anordnung beseitigt sind. Ferner sind die Wolken ein wichtiges Mittel, um Wasser von Seen und Meeren weit ins Binnenland hineinzubringen, wohin sonst kein Wasser käme. Auch mäßigen die Wolken in hohem Grade die äußersten Enden der Temperatur. Bei Tag schützen sie die Pflanzenwelt vor der versengenden Hitze der Sonne und bringen den angenehmen Wechsel von Schatten und Sonnenschein hervor; bei Nacht ist die Erde, in ihren Wolkenmantel gehüllt, im Stande, die Wärme festzuhalten, welche außerdem in den leeren Raum ausstrahlen würde, und wird dadurch vor dem entgegengesetzten Einflusse des Nachtfrostes geschützt. Diese von den Wolken herrührenden Wohlthaten fühlt man besonders in Ländern außerhalb der Wendekreise, welche am meisten äußersten Temperaturen unterworfen sind. In der That machen die erstern ein wichtiges Mittel aus, wodurch in gemäßigten Klimaten die Wärme und Kälte gemildert wird. Endlich mögen wir sie nun in Beziehung auf ihre Gestalt, ihre Farbe, ihre zahlreichen Arten oder vor Allem in Beziehung auf ihre unaufhörliche Veränderung betrachten, so sind sie für uns ein Gegenstand nie zu ermüdenden Interesses und können unter die anziehendsten Erscheinungen in der Natur gerechnet werden.

Nachdem wir so die Betrachtung der verschiedenen Zustände des sichtbaren Dunstes beendigt haben, sind jetzt die Erscheinungen des Herabfallens von Wasser aus der Atmosphäre in der Gestalt des Schnees, Schneeregens, Regens und Hagels zu untersuchen. Zuerst sprechen wir

vom Schnee. — Mit dem Schnee fangen wir an, weil er das einfachste Beispiel von dem Herabfallen des Wassers aus der Atmosphäre darbietet, indem er nichts Anderes ist, als der gefrorene sichtbare Dunst, welcher die Wolken bildet. Daher zeigt sich an einer mit einem starken Vergrößerungsglase betrachteten Schneeflocke eine schöne Sammlung winziger Krystalle, welche oft die größte Mannichfaltigkeit der Form darbieten.

Wenn die Temperatur der Atmosphäre bis herab auf die Erdoberfläche beständig unter dem Gefrierpunkte steht, so ist klar, daß jede aus der Atmosphäre sich ausscheidende Feuchtigkeit die feste Form annehmen muß. Ist die ausgeschiedene Masse gering, so schwimmen die gefrorenen Wassertheile in der Atmosphäre in der Gestalt von krystallinischen Nadeln und erzeugen so Das, was man den Staubschnee nennt, eine Erscheinung, welche unter den Polarbreiten nicht selten beobachtet werden kann. Selbst in den gemäßigten Klimaten nimmt man an, finde eben Dasselbe manchmal in den höheren Regionen der Atmosphäre statt und erzeuge so gewisse optische Erscheinungen, auf welche wir später zurückkommen werden.

Jedoch ist dieses eine verhältnißmäßig seltene Erscheinung. Gewöhnlich ist die ausgeschiedene Wassermasse so groß, daß die krystallinischen Theilchen zu Massen oder Flocken sich vereinigen, und so als eigentlicher Schnee auf die Erde fallen. Ist die abgesetzte Quantität sehr groß, wie es oft der Fall ist, so kann kein Zweifel sein, daß die Ursachen davon genau die nämlichen sind mit denen, welche in wärmeren Klimaten den Regen hervorbringen.

Dies ist mit kurzen Worten die Entstehungsart des Schnees und hieraus ist zugleich klar, warum in gemäßigten Klimaten während des Winters und in Polargegenden während des ganzen Jahres der größte Theil des zur Erde fallenden Wassers die Gestalt des Schnees annimmt.

Früher haben wir erwähnt, wie viel wir der Weiße des Schnees verdanken, und hier mag bemerkt werden, daß wir noch mehr seinem geringen Leitungsvermögen und seiner Leichtigkeit zu verdanken haben. Durch das erstere beschützt er die Pflanzenwelt vor der strengen Kälte der höheren Breiten, wo ohne ihn jedes pflanzenartige Wesen während des Winters zu Grunde ginge. Fiele ferner das Wasser, welches jetzt als Schnee auf die Erde kommt, in der Gestalt von festen Eismassen

herab, so würde die Pflanzenwelt zerstört werden, und alle kälteren Theile der Erde wären unbewohnbar.

Es ist besonders in gemäßigten Klimaten beobachtet worden, daß die Luft während des Schneefallens gewöhnlich wärmer ist, als vor= oder nachher. Dieses Steigen der Temperatur rührt wahrscheinlich von dem Freiwerden der Wärme während des Übergangs des Dunstes aus dem flüssigen in den festen Zustand her. Auch hat man behauptet, daß das Schneewasser viel Sauerstoff enthalte und dadurch der Pflanzenwelt besonders günstig sei.

Der Schneeregen ist halb geschmolzener Schnee und macht einen Mittelzustand zwischen dem Schnee und dem Regen aus, der jetzt zu betrachten ist.

Vom Regen. — Wenn die Temperatur der Luft über 32°, dem Gefrierpunkte des Wassers, steht, so fällt das aus der Luft sich ausscheidende Wasser als Regen zur Erde. Dies ist eine allgemeine Erklärung der Sache, aber trotz all der Aufmerksamkeit, welche schon auf die Erscheinung des Regens verwendet worden ist, bietet dieselbe dennoch manche Schwierigkeiten dar, welche noch nicht überwunden worden sind.

Das zwar kann nicht bezweifelt werden, daß der Regen irgendwie mit dem Temperaturwechsel in Zusammenhang steht; aber die Dunkelheit des Gegenstandes entspringt theils aus der in manchen Fällen vorhandenen Unmöglichkeit, den vorausgesetzten Temperaturwechsel zu erklären, und noch weit mehr aus der Schwierigkeit, einzusehen, wie der letztere wirkt. Nach der gewöhnlichen Meinung ist das Herabfallen des Wassers aus der Atmosphäre die Wirkung davon, daß Ströme warmer und kalter Luft sich mit einander vermischen, welche, wie man annimmt, auf folgende Weise auf einander einwirken:

Aus dem Gesetze der Elasticität des Dunstes geht hervor, daß, wenn zwei Luftströme, welche verschiedene Temperaturen haben, aber gleich mit Dunst gesättigt sind, mit einander vermischt werden — obgleich die sich ergebende Temperatur der Mischung die mittlere von bei=

den sein muß — die sich ergebende Elasticität des Dunstes nicht auch die mittlere sein wird. Die letztere wird vielmehr stets diejenige übersteigen, welche der sich ergebenden mittleren Temperatur zukommt, folglich wird es einen Überschuß an Dunst geben, der als Wasser herabfallen muß. Nehmen wir so an, zwei mit Dunst gesättigte Luftströme, wovon der eine eine Temperatur von 40° und der andere eine von 60° hätte, werden mit einander vermischt, so ist die Tension oder Elasticität

des Dunstes von 40° gleich	0,236	Zollen	Quecksilber
— — — 60° —	0,524	—	—
	0,787		
Mittlere Tension	0,393.		

Hieraus erhellt, daß die mittlere Temperatur der zwei Luftvolume 50° und das Mittel der Elasticität ihres Dunstes 0,393 Zoll beträgt. Aber die wirkliche Tension oder elastische Kraft des Dunstes bei 50° ist nicht 0,393, sondern nur 0,375 Zoll; nach der Vermischung der beiden Strömungen wird daher eine der Elasticität von 0,018 Zoll angemessene Quantität Dunst zurückbleiben, und da diese von einer Luft mit der mittleren Temperatur von 50° nicht mehr festgehalten werden kann, so wird sie sich je nach den Umständen in der Gestalt von Wolken oder Regen ausscheiden.

Dies sind in Kürze die Ansichten über den Regen, welche zuerst von Dr. Hutton vorgetragen wurden, und obgleich sie einige Schwierigkeiten haben, so kann doch an ihrer Wahrheit im Allgemeinen nicht gezweifelt werden. Die Lehre von der Verdichtung kann vielleicht aus den Grundsätzen, welche eine aus Dunst und Luft gemischte Atmosphäre beherrschen, noch weiter so erklärt werden. Wenn zwei Ströme atmosphärischer Luft, die von verschiedener Temperatur und bis zum Sättigungspunkte mit Dunst geschwängert sind, in Berührung gebracht werden, so beginnen sie vermöge des Strebens der Luft und des Dunstes nach Verbreitung sich zu vermischen, und das unmittelbare Ergebniß hiervon wird

die Bildung sichtbaren Dunstes, d. h. einer Wolke sein. Sind die Strömungen zusammenhängend und gleichförmig, so verbreiten sich die Wolken bald nach allen Richtungen, so daß sie den ganzen Horizont einnehmen, während die Feuchtigkeit, welche die wärmere Strömung unaufhörlich herbeiführt, einen beständigen Beitrag zur Verdichtung liefert und eine große und fortdauernde Absetzung von Flüssigkeit in der Gestalt des Regens hervorbringt. Allmälig vermischen sich die Strömungen vollständig und erlangen eine gleichförmige Temperatur; die Verdichtung hat dann ein Ende; die Wolken lösen sich wieder auf und das ganze Antlitz der Natur wird, nachdem es durch den nothwendigen Regen gekühlt und erfrischt worden ist, durch den wegen des Contrastes nun noch angenehmeren Sonnenschein wieder aufgeheitert.

Auf diese Weise können die oben entwickelten Grundsätze zur Erklärung der Erscheinung des Regens gebraucht werden, und so weit diese Erklärung reicht, ist sie vielleicht völlig befriedigend. Jedoch muß zugegeben werden, daß Alles, was wir über die Verdichtung der Feuchtigkeit der Atmosphäre überhaupt und des Regens insbesondere wissen, den Gegenstand immer noch in großer Dunkelheit läßt.

Folgende weitere Einzelnheiten in Beziehung auf die Wirkungen verschiedener Localitäten und verschiedener Umstände an derselben Localität, welche auf den Fall des Regens Einfluß haben, mögen dem weiteren Kreise der Leser von Interesse sein.

Man hat die Bemerkung gemacht, daß meistens in der Nähe der See mehr Regen fällt, als auf der See selbst; eine aus den von uns festgestellten Grundsätzen leicht erklärbare Thatsache. Auch fällt zwischen Bergen mehr Regen, als auf Ebenen, und der Unterschied ist in der That auffallend. So beläuft sich in England, in Kendal und Keswick, welche beide von Bergen eingeschlossen sind, der jährliche Regenfall auf respective 67½ und 54 Zoll, während an manchen im Innern des Landes gelegenen Orten die Regenmasse, welche im Laufe

eines Jahres fällt, nicht leicht 25 Zoll übersteigt. So beträgt zu Paris der jährliche Regenfall nur ungefähr 20, zu Genf aber 42½ Zoll, und auf dem großen St. Bernhard, der höchsten meteorologischen Station in Europa, fällt während der 12 Monate über 63 Zoll Regen.

Obgleich jedoch in gebirgigen Gegenden mehr Regen fällt, als auf Flächen, so ist es erwiesen, daß am Fuße eines Berges der Regen stärker ist, als auf seinem Gipfel. Auch wird überhaupt in der Nähe der Erdoberfläche mehr Regen aus der Luft ausgeschieden, als in einiger Erhabenheit über derselben; eine Verschiedenheit, von welcher wir bei dem gegenwärtigen Umfange unseres Wissens keine genügende Erklärung zu geben vermögen.

In den meisten Tropenländern fällt der Regen nur in einzelnen Jahreszeiten, in den übrigen aber beinahe keiner. So sind in Bombay die Regenmonate der Junius, Julius, August, September und October, während die übrigen Monate beinahe ohne Regen sind, auf der entgegengesetzten Seite Indiens dagegen längs der Coromandelküste ist die Regenzeit gerade die entgegengesetzte; Thatsachen, die auffallend zeigen, welche Wirkung das Hochland hervorbringt, das die beiden Küsten trennt, und wahrscheinlich durch seine Einflüsse auf die atmosphärischen Strömungen jene eigenthümliche Witterungsverschiedenheit veranlaßt.

In den gemäßigten Klimaten gibt es, obgleich hier die Gesammtmasse des Regens weit geringer ist, als innerhalb der Wendekreise, keine lange trockene Jahreszeit, und die Regentage des Jahres werden zahlreicher, je mehr wir uns den Polen nähern. Jedoch scheint im Allgemeinen in den gemäßigten Klimaten während der sechs letzten Monate des Jahres mehr Regen zu fallen, als während der sechs ersten.

Unter den Umständen, welche auf die Masse des Regens an demselben Orte einwirken, sind die bemerkenswerthesten die Verminderung der Temperatur und das ungewöhnliche Vorherrschen gewisser Winde. In Be-

ziehung auf die Verminderung der Temperatur hat man die Beobachtung gemacht, daß beinahe alle nassen Jahreszeiten, oder wenigstens nasse Sommer, in gemäßigten Klimaten ungewöhnlich kalt sind. Nun läßt sich nach den vorangeschickten Grundsätzen leicht einsehen, wie eine Herabdrückung der Temperatur unter die mittlere eines bestimmten Ortes an diesem ein stärkeres Herabfallen von Feuchtigkeit erzeugen kann. Der Ort nämlich, welcher kälter geworden ist, als die um ihn her, wirkt abkühlend, und verdichtet nicht nur alle Dünste, welche in Berührung mit ihm kommen, und nimmt ihnen dadurch ihre elastische Kraft, sondern die benachbarten Dünste stürzen auch dem kälteren Orte als einem Vacuum zu, entweder in der Form von sichtbarem Dunst oder Wolken, in welchem Falle sie von den Winden geführt werden, oder als unsichtbarer Dunst, in welcher Form ihre Bewegung durch Verbreitung bestimmt werden mag.

Die Wirkung des ungewöhnlichen Vorherrschens gewisser Winde auf die Vermehrung des Regens oder das Gegentheil ist bekannt und läßt sich aus unsern Grundsätzen vollkommen erklären. So vermischen sich in den tropischen Klimaten während des fortdauernden Vorherrschens der Passatwinde die Strömungen nur wenig, die Atmosphäre ist völlig wolkenlos und keine Verdichtung findet statt. Aber wenn diese großen Strömungen, dem Laufe der Sonne folgend, zu gewissen Jahreszeiten ihre Richtung zu ändern beginnen, so erleidet ihr regelmäßiger Lauf eine Störung, sie werden vermischt und der hohen Temperatur angemessene Verdichtungen der Feuchtigkeit werden in einem in gemäßigten Klimaten durchaus unbekannten Grade hervorgebracht. Diese Verdichtungen bilden die starken periodischen Regen heißer Klimate. So kommen auch in gemäßigten, z. B. in unserm Vaterlande, von Süden und Westen her wehende Winde aus einem wärmeren Klima und enthalten viel Dunst im Zustande der Auflösung, während Winde von den entgegengesetzten Himmelsgegenden kälter und daher verhältnißmäßig trockner sind. Daher sind Winde von

Süden und Westen häufiger von Regen begleitet, als Winde von Norden und Osten, obgleich, wie es sich erwarten läßt, das Fallen des Regens am sichersten beim Zusammenstoßen dieser entgegengesetzten Strömungen erfolgt, welche sich manchmal über einen weiten Landstrich ausdehnen. Das lange Vorherrschen gewisser Winde kann so verursachen, daß die Jahreszeiten in einem Theile der Welt naß und in einem andern trocken sind, indem das Wasser aus dem einen gezogen wird, damit es auf den andern falle. Jedoch wird der ganze Betrag des Regens in den zwei Gegenden vielleicht nur sehr wenig von dem gewöhnlichen durchschnittlichen verschieden sein, während sie die Wohlthat des Wechsels in dem allgemeinen Betrage ihres Regens haben, ein Wechsel, welcher zu gewissen Perioden heilsam und zum Wohlbefinden ihrer Bewohner sogar nothwendig sein mag.

Ehe wir die Untersuchung der Erscheinung des Regens schließen, machen wir noch auf den allgemein zugestandenen Einfluß des Mondes auf die Witterung und besonders auf das Fallen des Regens aufmerksam. Jedoch kann dieser Einfluß bei dem gegenwärtigen Stande unsers Wissens schwerlich zur Erläuterung der Erscheinung des Regens benutzt werden; so groß sind die dazwischenkommenden Wirkungen localer und anderer Eigenthümlichkeiten.

Vom Hagel. — Die letzte Form, in welcher wir das Herabfallen des Wassers aus der Atmosphäre zu betrachten haben, ist der Hagel. Dieser kann als eine Zusammensetzung von Regentropfen, welche dadurch, daß sie einer unter 32° stehenden Temperatur ausgesetzt wurden, mehr oder weniger schnell gefroren sind, betrachtet werden. Ist der Grad der Kälte ein sehr starker und plötzlich eingetretener, was oft der Fall ist, so nimmt der Eiskern, weil er eine weit unter dem Gefrierpunkte stehende Temperatur hat, je weiter er herabkommt, an Größe zu, indem auf seiner Oberfläche der Dunst der unteren Regionen der Atmosphäre sich verdichtet. Daher werden auch unter gewöhnlichen Umständen die Hagel-

steine oft von beträchtlicher Größe, sind beinahe immer mehr oder weniger rund, und zerbricht man sie, so findet man, daß sie aus concentrischen Schichten bestehen.

Aus dem Gesagten ist leicht zu schließen, daß der Hagel kein Erzeugniß extremer Klimate sein wird; ja, man kann sagen, er gehöre den gemäßigten an, da er selten jenseits der Breite von 60° vorkommt. Am häufigsten ist er im Frühjahre und Sommer, wo er oft von Gewittern begleitet ist. Im Winter hagelt es selten, und ein Nachthagel ist etwas sehr Ungewöhnliches. In Tropenländern fällt an einem Orte, welcher nicht mehr als 2000 Fuß über dem Meeresspiegel erhaben ist, wenig Hagel, in gemäßigten Klimaten dagegen sind Berggipfel beinahe frei davon. Gewisse Länder, besonders einige Theile Frankreichs, sind Hagelwettern sehr ausgesetzt, und so groß ist manchmal die Wuth dieser Stürme, daß sie ganze Districte verwüsten. Man weiß viele Beispiele dieser schrecklichen Heimsuchungen aufzuzählen, welche gewöhnlich von Wirbelwinden und den furchtbarsten elektrischen Erscheinungen begleitet sind. Während solcher Stürme sind manchmal Hagelsteine von ungeheurer Größe und einer unregelmäßigen Gestalt gefallen, welche so aussehen, wie wenn sie die Bruchstücke einer dicken, plötzlich zerbrochenen Eismasse wären; eine Voraussetzung, welche allein die Bildung eckiger, viele Zolle im Umfange und viele Pfunde im Gewichte haltender Massen erklärt. Die Hervorbringung der dadurch angezeigten heftigen Kälte mitten im Sommer ist ein Räthsel, welches die Gelehrten noch nicht gelöst haben.

Von der Quantität Wasser, welche auf der Erdkugel verdunstet und verdichtet wird. — Ehe wir die Betrachtung der Verdunstung und Verdichtung schließen, haben wir noch einige Bemerkungen über die Wassermasse zu machen, welche auf der Erde verdunstet und verdichtet wird.

Aus den vorangestellten Grundsätzen erhellt, daß diese Wassermasse je nach der mittleren Temperatur und folg-

lich je nach dem Breitengrade sich verändern wird. Die folgende Tabelle zeigt die allgemeine Wahrheit dieser Annahme, und daß die durchschnittliche Regenmasse vom Äquator gegen die Pole hin abnimmt. In der That muß in den Äquatorialgegenden weit mehr Regen fallen, als in den Polargegenden, wie dies aus der Größe der Flüsse innerhalb der Wendekreise erhellt; denn der Umfang der Flüsse hängt von der Quantität des Regens ab, und sie sind die Wege, auf welchen ein gewisser Theil des herabgefallenen Wassers zum Meere gebracht wird.

John Leslie hat gezeigt, daß, wenn aller Wasserdunst, welcher zu irgend einer Zeit von der ganzen Atmosphäre im Zustande der Auflösung festgehalten werden kann, auf einmal als Regen zur Erde fiele, derselbe nicht mehr als ungefähr 5 Zoll hoch wäre; da nun im Laufe eines Jahres diese Quantität Regen manchmal aus der Atmosphäre fällt, so muß ihre Wiederanfüllung auf Verdunstung beruhen, auf deren allgemeinen Betrag wir auf diese Weise schließen können. Die Regenmasse, welche jährlich auf die ganze Erdoberfläche fällt, zu schätzen, dazu fehlt es uns an Mitteln, obgleich man keinen Beweis dafür hat, daß dieselbe wesentlicher Verschiedenheit unterworfen ist. Die Vertheilung zwar nimmt, wie wir gesehen haben, mit der Breite ab, und ist in Gemäßheit zahlreicher localer Eigenthümlichkeiten verschieden, von welchen einige im Vorhergehenden hervorgehoben worden sind. Auch ist oft, ohne Zweifel aus den weisesten Absichten, derselbe Ort großen Schwankungen in dem jährlichen Betrage des Regens oder wenigstens in den Zeiten des Falls unterworfen. Jedoch bewegen sich alle diese Mannichfaltigkeiten innerhalb gewisser Schranken und verändern kaum die dem Orte eigene mittlere Quantität, indem sie dadurch zeigen, daß die Vertheilung des Regens denselben Gesetzen gehorcht, welche die regelmäßigeren Wirkungen der Natur beherrschen.

Von der Wassermasse, welche auf der Oberfläche der Erde sich verdichtet, dringt bekanntlich ein gewisser Theil in den Boden ein. Die Tiefe, bis zu welcher dieses

Wasser hinabsinkt, hängt von der Abschüssigkeit der Oberfläche, von der Beschaffenheit der unteren Schichten und von andern Umständen ab, aber gewöhnlich tritt es nach längerer oder kürzerer Zeit in der Gestalt von Quellen wieder ans Licht. Die Verbindung dieser mit dem gelegentlichen Zuschusse eines Theiles Regenwassers, welcher weder unmittelbar von dem Boden verschlungen noch verdunstet ist, bildet Bäche und Flüßchen, diese wiederum zusammen erzeugen in ihrem Laufe aus den höheren und inneren Theilen der Länder, wo jenes Wasser abgesetzt wird, die größeren Flüsse, welche, nachdem sie den Bewohnern der Ebenen, durch die sie ziehen, unzählige Wohlthaten erwiesen haben, ihre überflüssigen Gewässer endlich in den Ocean ergießen. Da so die letzteren unzweifelhaft von dem Dunste herkommen, welcher im Innern der Länder, wo die Flüsse entspringen, sich verdichtet hat, so folgt, daß in jenem Lande, wo es Flüsse gibt, die Verdichtung die Verdunstung überwiegen muß, d. h. ein großer Theil des auf dem Lande verdichteten Wassers muß nicht aus dem Lande, sondern aus dem benachbarten Ocean ausgedunstet sein.

Das Verhältniß des Wassers, das verdichtet, zu dem, welches verdunstet wird, ist in verschiedenen Ländern ausnehmend mannichfaltig. Und so groß ist in der That der Betrag und die Mannichfaltigkeit der Verschiedenheiten, daß man sie unmöglich schätzen kann, obgleich wahrscheinlich in demselben Lande das Verhältniß beinahe stehend ist, oder es wenigstens ein mittleres Verhältniß gibt, um welches die Verschiedenheiten innerhalb enger Grenzen sich bewegen. So hat Dr. Thomson berechnet, daß, wenn man ganz Großbritannien zusammennähme, der mittlere Regenfall im Laufe eines Jahres mit Einschluß des Thaues, welcher zu ungefähr 4 Zollen angeschlagen wird, 36 Zoll, die Quantität des verdunstenden Wassers aber ungefähr 32 Zoll betrage. Folglich muß man annehmen, die übrigen 4 Zolle vermehren die Quellen und Flüsse, und da dieselben auf diese Weise nicht wieder durch Verdunstung aus dem Lande den Re=

genstoff ergänzen, so muß der ihnen entsprechende Theil des letzteren aus den Meeren kommen, welche unsere Küsten umgeben. Diese Schätzungen des Wassers, welches in Großbritannien verdunstet und verdichtet wird, können jedoch nur als allgemeine Annäherungen betrachtet werden, und sogar ihre Genauigkeit vorausgesetzt, können sie kaum mit einigem Vortheile zu einer Untersuchung der Verdichtung und Verdunstung in anderen Ländern oder Klimaten, wozu stets Entscheidung durch Beobachtung und Erfahrung nöthig ist, angewendet werden.

Ehe wir diesen Gegenstand verlassen, mag es vielleicht nicht undienlich sein, dem unkundigern Leser eine noch deutlichere Vorstellung von der ungeheuren aus der Atmosphäre zur Erde fallenden Wassermasse beizubringen. Denken wir uns eine Fläche von 9 (englischen) Quadratmeilen, die bedeutend kleiner ist, als diejenige, welche von London eingenommen wird, und daß aller Regen, welcher im Laufe des Jahres auf diese Fläche fiele, wenn er stehen bliebe und keine Verdunstung stattfände, die Erde zwei Fuß hoch bedecken würde, was, wie wir gesehen haben, ungefähr die Quantität ist, welche jährlich in London fällt. Nach diesen Voraussetzungen müssen in London nicht weniger als 59,584,084 Oxhoft Wasser jährlich oder 163,244 täglich fallen, welche ganze Masse in dem beschränkten Raume von 9 Quadratmeilen in der Atmosphäre aufgelöst worden oder in der Gestalt von Wolken vorhanden gewesen sein muß.

d. **Von der Vertheilung der Wärme und des Lichts in der latenten und zersetzten Form durch den Dunst der Atmosphäre, und von den Wirkungen dieser Vertheilung.** — Die allgemeine Vertheilung der Wärme und des Lichts in ihrer latenten Form durch den Dunst der Atmosphäre scheint denselben Gesetzen zu folgen, wie die oben erklärte Vertheilung der empfindbaren Wärme; d. h. die Vertheilung dieser Formen der Wärme und des Lichts nimmt vom Äquator gegen die Pole hin ab. Die bemerkenswerthesten

Wirkungen der Vertheilung der latenten Wärme sind bereits gelegentlich erwähnt worden und bedürfen hier keiner Wiederholung. Dagegen wollen wir die eigenthümliche Vertheilung der Elektricität und der zersetzten Formen des Lichts im Dunste der Atmosphäre, so wie die Wirkungen dieser Vertheilung betrachten.

Von den Verhältnissen der Elektricität zum Dunste der Atmosphäre. — Die atmosphärische Luft ist im Zustande ihrer völligen Trockenheit und Reinheit einer der vollkommensten bisher bekannten Nichtleiter der Elektricität. Ob das Wasser im Zustande des Dunstes die gleiche Eigenschaft besitzt, scheint nicht genügend erwiesen zu sein. Aber das Nichtleitungsvermögen des wässerigen Dunstes muß sehr bedeutend sein, sonst könnte, da die Atmosphäre nie ganz frei von Dunst ist, elektrische Isolation nicht stattfinden. Andererseits wird, wenn der Dunst die Form des Wassers annimmt, dieses augenblicklich ein Leiter der Elektricität. Daher wird eine Masse sichtbaren Dunstes oder eine Wolke, wenn sie in einer aus Luft und Dunst gemischten Atmosphäre schwimmt, vollkommen isolirt und so zur elektrischen Anhäufung fähig. Nun sind die Erscheinungen, welche aus der Ausgleichung solcher Störungen der elektrischen Vertheilung entstehen, der Blitz und der Donner. Die beiden letzteren sind nichts Anderes, als Erscheinungen der Elektricität im Großen, d. h. eine Wolke und die Erde oder zwei Wolken werden mit den beiden entgegengesetzten Formen der Elektricität überladen und stellen so den innern und äußern Überzug eines gleicherweise überladenen elektrischen Gefäßes dar; die dazwischen kommende und nichtleitende Luft spielt die Rolle des dazwischen gelegten und nichtleitenden Glases, während der Blitz und der Donner der Funken und die Explosion sind, welche durch die Vereinigung der beiden Elektricitäten hervorgebracht werden. Behält der Leser diese Vergleichung im Gedächtnisse, so werden ihm die elektrischen Erscheinungen der Atmosphäre verständlich sein.

Die Vertheilung der Elektricität nimmt, wie die der Wärme und des Lichts, vom Äquator gegen die Pole hin ab. Nur in den Tropenländern zeigen sich die Wirkungen dieser gewaltigen Kraft in ihrer ganzen Größe; hier sind die Donnerwetter fürchterlich und übersteigen weit jene Vorstellung Derer, welche sie nicht aus Erfahrung kennen. In gemäßigten Klimaten sind die Wirkungen der atmosphärischen Elektricität gewöhnlich Sommers am stärksten, und wiederum ist ihre Heftigkeit in gebirgigen Gegenden größer, als auf Ebenen. Jedoch auch unter diesen Umständen sind sie im Vergleich mit Dem, was zwischen den Wendekreisen stattfindet, sehr gemäßigt, während in den Polargegenden die elektrischen Erscheinungen noch weniger auffallend sind.

Obgleich aber die allgemeine Vertheilung der Elektricität in der Atmosphäre offenbar der allgemeinen Vertheilung der empfindbaren Wärme folgt, so ist es doch eine bemerkenswerthe Thatsache, daß, wenn die elektrischen Erscheinungen heftiger als gewöhnlich sind, sie von ungewöhnlicher Kälte begleitet werden. So waren die oben erwähnten furchtbaren Hagelregen, welche meistens in den gemäßigten Klimaten vorkommen, beinahe immer von heftigen Donnerwettern begleitet. Auch der Schnee ist beinahe immer sehr elektrisch. Diese und viele andere Umstände, welche mit dem Hervortreten großer und plötzlicher Kälte in den höheren Regionen der Atmosphäre während der Entwickelung der elektrischen Thätigkeit in Verbindung stehen, können auf dem gegenwärtigen Standpunkte unsers Wissens nicht erklärt werden. Ob die in diesem Werke aufgestellten Grundsätze die Schwierigkeit zu lösen vermögen, muß die Zeit entscheiden.

Über die Quellen der Elektricität der Atmosphäre hat man mancherlei Ansichten geäußert. Zugegeben scheint jetzt zu sein, daß die elektrische Erregung nicht in der bloßen Verdunstung und Verdichtung des Wassers ihren Grund hat, sondern daß zur Herbringung derselben stets eine chemische Verbindung oder Trennung nothwendig ist. So ist sie das Ergebniß der chemischen Veränderungen,

welche oft die Verdunstung des Wassers begleiten. Auch während einer Verbrennung entwickelt sich viel Elektricität, indem der verbrennende Körper die negative, der Sauerstoff aber die positive Elektricität abgibt. Eben so ist die Kohlensäure mit negativer und zugleich der Sauerstoff, wie sehr wahrscheinlich ist, mit positiver Elektricität geschwängert. Diese Quellen schienen auch zur Erklärung der sehr großen Massen Elektricität auszureichen, welche sich so oft in den Wolken anhäufen. Wahrscheinlich aber walten hier noch andere oder wenigstens eine andere Ursache ob, auf welcher in vielen Fällen jene Anhäufung unmittelbarer beruhen mag. Wir meinen die Voraussetzung der Verbindung von Sauerstoff mit dem Dunste der Atmosphäre. Aus Gründen, welche wir hier nicht näher auseinandersetzen können, huldigen wir der Ansicht, daß diese vorausgesetzte Verbindung wässerigen Dunstes mit Sauerstoff mehr als irgend etwas Anderes mit den Erscheinungen der atmosphärischen Elektricität zusammenhänge.

Das Nordlicht ist eine Erscheinung, von welcher man annimmt, daß sie in einiger Verbindung mit der Elektricität stehe, obgleich ihre eigentliche Natur noch in großes Dunkel gehüllt ist. Es weist offenbar auf Strömungen von irgend einer Art hin, und wenn es elektrisch ist, so können wir nur annehmen, solche elektrische Strömungen finden in einem unvollkommen leitenden Mittel statt; d. h. wenn die Erscheinung, wie Einige behaupten, in den unteren Regionen der Atmosphäre existirt, so können leuchtende elektrische Ströme nur durch Wasser im flüssigen Zustande hervorgebracht werden; besteht sie aber in den höheren Regionen der Atmosphäre, wie man jetzt glaubt, so können solche Strömungen auf der ausnehmenden Dünne der Atmosphäre in diesen höheren Regionen beruhen. Unsere eigene Ansicht aber ist die, daß das Nordlicht zu verschiedenen Zeiten in verschiedenen Höhen in der Atmosphäre sich findet und folglich von diesen beiden Ursachen abhängen kann.

Die auf der Zersetzung, Brechung und Zurückwerfung des Lichts durch den Dunst der Atmosphäre beruhenden Erscheinungen sind nicht weniger auffallend und wichtig, als die, welche durch die Elektricität hervorgebracht werden. Diesen Wirkungen des atmosphärischen Dunstes auf das Licht verdanken wir nicht blos die blaue Farbe des Himmels und alle die glänzenden Tinten der Wolken, sondern auch die wohlthätige Morgen- und Abenddämmerung, ja sogar das Tageslicht selbst. „Hätte die Atmosphäre“, sagt J. Herschel, „nicht ihr Zurückwerfungs- und Vertheilungsvermögen, so wären uns außerhalb des eigentlichen Sonnenscheins keine Gegenstände sichtbar, jeder Schatten einer vorüberziehenden Wolke brächte pechschwarze Dunkelheit; die Sterne wären den ganzen Tag über sichtbar, und jedes Zimmer, worin die Sonne nicht directen Zutritt hätte, wäre in nächtliche Finsterniß gehüllt.“ Ferner, um die Worte desselben Schriftstellers in Beziehung auf die Dämmerung zu gebrauchen: — „Nach dem Untergange der Sonne und des Mondes fährt die Atmosphäre noch fort, uns einen Theil ihres Lichts zukommen zu lassen, zwar nicht durch unmittelbare Zusendung, aber durch Zurückwerfung auf die Dünste und winzigen festen Theile, welche in ihr umherschwimmen, und vielleicht auf die eigentlichen Atome der Luft selbst.“ Dies sind die schönen Erscheinungen und die wichtigen Ergebnisse der Einwirkung des Dunstes der Atmosphäre auf das Licht. Noch haben wir einige andere zu erwähnen, welche von ähnlichem Charakter sind und durch dieselben Ursachen hervorgebracht werden, aber weniger häufig vorkommen oder eine unbedeutendere Rolle im Haushalte der Natur spielen.

Die erste dieser untergeordneten Erscheinungen, welche wir anführen wollen, ist die Luftspiegelung, eine theils auf dem Dunste der Atmosphäre, theils auf der Vermischung von Luftschichten mit verschiedenen Temperaturen und Dichtigkeiten beruhende Erscheinung. Sie ist nicht selten in ebenen Ländern, wenn ihre Oberfläche durch die Sonnenstrahlen sehr heiß geworden ist und

durch die Fortdauer der Hitze Verdunstung entsteht. Die Luftspiegelung nimmt das Aussehen einer Wasserfläche an, welche oft die zurückgeworfenen oder umgekehrten Bilder entfernter Gegenstände darstellt. In Ägypten und in den benachbarten sandigen Ebenen, wo sie sehr gewöhnlich ist, ist die Täuschung manchmal so vollkommen, daß die Reisenden kaum von dem Nichtvorhandensein Dessen, was sie sich zu sehen einbilden, überzeugt werden können. Die Erscheinung läßt sich jedoch aus bekannten optischen Grundsätzen völlig genügend erklären.

Nahe verwandt mit der Luftspiegelung ist die Fata Morgana, welche man hier und da in der Straße von Messina bemerkt. Es gibt noch viele ähnliche Erscheinungen, welche alle von der Brechung des Lichts durch Mittel von verschiedener Dichtigkeit herrühren.

Die nächste Classe von Erscheinungen, von welcher gesprochen werden muß, sind diejenigen, welche in der Atmosphäre schwimmende Eiskrystalle oder sichtbarer Dunst durch ihre Einwirkung auf das Licht hervorbringen. Die eckigen Formen der Eiskrystalle erzeugen, indem sie den Lichtstrahlen verschiedene Richtungen geben, mannichfaltige excentrische Höfe, welche durch ihre vereinigten Intensitäten, besonders da, wo sie einander durchkreuzen, manchmal ansehnliche Lichtmassen hervorbringen, die man Nebensonnen und Nebenmonde nennt. Sichtbare, aus Wasser im flüssigen Zustande bestehende Dünste bilden ebenfalls manchmal Höfe, aber diese — wenn mehr als einer vorhanden ist — werden stets concentrisch, indem die Sonne oder der Mond im Mittelpunkte steht. Diese beiden Erscheinungen finden nicht selten zu der nämlichen Zeit statt.

Die letzte und häufigste Erscheinung von der allgemeinen Art, welche wir anführen wollen, wird durch die Wirkung flüssiger Wassertropfen auf das Licht hervorgebracht; wir meinen den Regenbogen. Die Bedingung des letzteren ist Jedermann bekannt: es muß während des Sonnenscheins regnen. Wendet unter diesen Umständen der Beobachter seinen Rücken der Sonne

zu, so sieht er den farbigen Bogen auf der entgegengesetzten Wolke sich ausbreiten und alle Tinten des prismatischen Bildes entfalten.

Die heilige Schrift lehrt uns, daß diese prachtvolle Erscheinung den Menschen als Sinnbild ihrer Befreiung von künftigen Überschwemmungen gelten sollte. Der Zweifler soll sagen, was für ein glücklicheres und befriedigenderes Unterpfand hätte gegeben werden können. Damit der Regenbogen erscheinen kann, darf der Himmel nur theilweise mit Wolken bedeckt sein. So lange daher, als „er seinen Bogen in die Wolken setzt", haben wir volle Sicherheit, daß diese Wolken fortfahren müssen, Heil, und nicht Verderben, auf die Erde zu regnen.

Gelegentliches Vorhandensein fremder Körper in der Atmosphäre und ihre Wirkungen. — Die fremden Körper, welche gelegentlich in der Atmosphäre vorhanden sind, können in zweierlei Arten eingetheilt werden, nämlich in solche, welche in einem Zustande der Mischung in der Atmosphäre blos schweben, und in solche, welche dieselbe in einem Zustande der Auflösung durchdringen.

In alten und neuen Zeiten, so wie in verschiedenen Theilen der Welt, hat man schon den Regen und Schnee durch eine Beimischung fremder Stoffe gefärbt gesehen. Die Beschaffenheit dieser Färbstoffe aber fand man in verschiedenen Fällen sehr verschieden. Einige derselben nämlich zeigten sich von vegetabilischem Ursprunge, indem sie aus winzigen Flechten und andern kryptogamischen Pflanzen bestanden, welche durch die Thätigkeit der Winde emporgetrieben und in Myriaden durch die Atmosphäre verbreitet worden waren. Solche vegetabilische Stoffe waren manchmal mehr oder weniger roth, woraus jene vermeintlichen Blutregen sich erklären, welche einst so große Bestürzung erregten. In anderen Fällen hatten erdige und metallische Stoffe als ganz feiner Staub dem Regen und Schnee eine Farbe gegeben, und dann war das Fallen des letzteren gewöhnlich von heftigen elektrischen Erscheinungen begleitet, ähnlich denjenigen,

welche beinahe immer mit dem Fallen der Meteorsteine oder Aërolithen, mit denen sie vielleicht in naher Verwandtschaft stehen, verbunden sind.

Das Herabfallen von Steinen aus der Atmosphäre kann jetzt nicht mehr bezweifelt werden, obgleich der Ursprung und die Beschaffenheit derselben sehr im Dunkel liegen und in der That bei dem gegenwärtigen Stande unsers Wissens nicht erklärt werden können. Man hat verschiedene Meinungen über die Sache aufgestellt. Einige, welche die Aërolithen als Erzeugnisse unsers eigenen Planeten betrachteten, sahen dieselben für Massen an, welche von Vulkanen bis zu einer großen Höhe und Entfernung in die Atmosphäre emporgeschleudert oder durch die Vereinigung der aus Vulkanen aufsteigenden erdigen und metallischen Staubtheile gebildet worden seien. Andere schrieben den Aërolithen einen ganz andern Ursprung zu und waren der Ansicht, es seien durch den leeren Raum zerstreute Bruchstücke, welche, wenn sie in das Bereich der Anziehungskraft unserer Erde kommen, auf deren Oberfläche herabgezogen werden u. s. w.

Obgleich wir auf diese Weise über den Ursprung der Aërolithen und ihren Nutzen im Haushalte der Natur in Ungewißheit sind, so scheint doch jetzt durch unzählige Beobachtungen vollkommen erwiesen zu sein, daß sie in den höheren Regionen der Atmosphäre in einem Zustande heftiger Gluth sich befinden. Sie nehmen dann die Gestalt funkelnder Meteore an, welche, wenn sie sich der Erde nähern, mit einer lauten, von einem Steinregen gefolgten Explosion zerbersten. Diese Steine tragen meistens deutliche Zeichen der Schmelzung an sich, und viele derselben wurden, so lange sie noch warm waren, aufgeschlagen, so daß kein Zweifel übrig blieb, daß sie wirklich Aërolithe seien. Auch ist es merkwürdig, daß die Zusammensetzung der Aërolithe in gewissem Grade eine fest bestimmte ist. Sie enthalten nämlich stets entweder Eisen oder Kobalt oder Nickel oder alle diese drei Metalle, in Verbindung mit verschiedenen erdigen Substanzen. Man hat sie von jeder Größe gefunden, von der

weniger Grane bis zu dem Gewichte von mehreren hundert Pfunden; denn von diesem Gewichte sind einige jener isolirten Eisenmassen, welche man in verschiedenen Theilen der Welt gefunden hat, und deren meteorischer Ursprung fast allgemein zugestanden ist.

In der Mitte zwischen den in der Atmosphäre schwebenden und den aufgelösten Substanzen stehen diejenigen Stoffe, von welcher Art nur auch ihre Beschaffenheit sein mag, die sich über weite Strecken ausdehnen und trockene Nebel genannt werden.

Im Jahre 1782 und noch mehr in dem darauf folgenden breitete sich ein merkwürdiger Nebel dieser Art über Europa aus. In Masse angesehen, war er von einer blaßblauen Farbe; am dicksten war er Mittags, wo die Sonne durch ihn roth erschien. Regen hatte nicht den geringsten Einfluß auf ihn. Dieser Nebel soll ein Trocknungsvermögen und manchmal einen starken eigenthümlichen Geruch gehabt haben. Auch wird erzählt, er habe an manchen Orten eine zähe, beißende Flüssigkeit von unangenehmem Geruche abgesetzt. Um dieselbe Zeit fanden in Calabrien und auf Island furchtbare, von vulkanischen Ausbrüchen begleitete Erdbeben statt. Diese beiden Erscheinungen setzte man mit dem Nebel in Verbindung. Auch hat man wirklich die allgemeine Bemerkung gemacht, daß einem solchen Zustande der Atmosphäre gewöhnlich, entweder in demselben oder in einem benachbarten Lande, ein Erdbeben voranging. Die Zerstreuung dieses Nebels im Sommer 1783 war von heftigen Donnerwettern begleitet. Wie sich denken läßt, hatte die lange Fortdauer desselben auf den Zustand der Gesundheit im Allgemeinen einen sehr nachtheiligen Einfluß. Zu gleicher Zeit entstanden Epidemieen verschiedener Art. So herrschte in den oben angegebenen Jahren 1782 und 1783 ein epidemischer Katarrh oder eine Influenza in Europa, welche nicht blos die Menschen, sondern auch die Thiere befiel.

Die Beschaffenheit des so durch die Atmosphäre verbreiteten Stoffes ist völlig unbekannt. Er mag zu ver-

schiedenen Zeiten nicht weniger verschieden sein, als der Charakter der Epidemieen, welche er erzeugt. Als ein Beispiel der außerordentlichen Wirkungen, welche fremde Körper, wenn sie durch die Atmosphäre verbreitet sind, hervorbringen können, führen wir diejenigen an, welche durch Selenium entstehen, wenn es in Verbindung mit Wasserstoff auch nur in der allerkleinsten Quantität als Gas durch die Luft verbreitet ist. Die Wirkungen dieser gasförmigen Verbindung von Selenium mit Wasserstoff werden von dem berühmten Chemiker Berzelius, ihrem Entdecker, so beschrieben: „Beim ersten Versuche, den ich über die Einathmung dieses Gases anstellte, ließ ich eine Gasblase etwa von der Größe einer kleinen Erbse in meine Nasenlöcher ein. Dies beraubte mich so völlig des Geruchs, daß ich mir eine Flasche concentrirten Ammoniaks vor die Nase halten konnte, ohne etwas zu riechen. Nach 5 bis 6 Stunden bekam ich zwar allmälig meinen Geruch wieder, aber 14 Tage lang blieb mir ein heftiger Katarrh. Ein anderes Mal, als ich dieses Gas bereitete, empfand ich einen leichten Lebergeruch, da das Gefäß nicht ganz geschlossen war, jedoch war die Öffnung sehr klein, und wenn ich sie mit einem Wassertropfen bedeckte, so sah man Bläschen von der Größe einer Nadelspitze hervorkommen. Um von dem Gase nicht belästigt zu werden, stellte ich den Apparat unter das Kamin des Laboratoriums; zuerst fühlte ich eine Schärfe in meiner Nase, hierauf wurden meine Augen roth, obgleich nur in einem geringen Grade. Nach einer halben Stunde bekam ich einen schmerzhaften, trockenen Husten, welcher lange Zeit anhielt und endlich von einem Auswurfe begleitet wurde, der ganz wie der Dampf der siedenden Auflösung eines ätzenden Sublimats schmeckte. Die Auflegung eines Blasenpflasters auf meine Brust entfernte diese Symptome. Die Quantität des selenisirten Wasserstoffgases, welche jedesmal in meine Athmungsorgane eindrang, war weit kleiner, als von jeder andern anorganischen Substanz erforderlich gewesen wäre, um solche Wirkungen hervorzubringen."

Das Selenium findet sich, wie wir früher erwähnten, größtentheils in Verbindung mit mineralischem Schwefel. Auch ist es, wie der Schwefel, ein vulkanisches Erzeugniß. Obgleich wir uns nun die Möglichkeit der Verbreitung von Selenium durch die Atmosphäre in Verbindung mit Wasserstoff nicht wohl denken können, so kann es doch in einer andern Art von Verbindung, welche Wirkungen ähnlich denen mit Selenium verbundenen Wasserstoffs hervorbringen mag, durch jene verbreitet werden. Hiermit wollen wir jedoch nicht behaupten, daß die Verbreitung einer solchen Substanz wirklich stattfinde, sondern unsere Absicht ist nur die, zu zeigen, daß eine kleine Quantität von einem wirksamen Ingrediens, wie Selenium, die Atmosphäre eine große Strecke weit verunreinigen kann. Eine solche Substanz, aus dem Krater des Vulkans während eines Ausbruchs oder durch eine Erdspalte während eines Erdbebens ausgeworfen, kann so eine epidemische Krankheit hervorbringen. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß viele Epidemieen, besonders die von katarrhalischer Art, auf diese Weise entstanden sind.

Die gelegentlich durch die Atmosphäre sich verbreitenden Stoffe, welche in einem Zustande der Auflösung erscheinen, sind, außer in einigen Fällen vielleicht durch den Geruch, für unsere Sinne nicht oft wahrnehmbar.

Als ein Beispiel von dem Vorhandensein solcher Körper in der Atmosphäre erwähnen wir eine sehr merkwürdige Beobachtung, welche dem Verfasser dieser Abhandlung während des letzten Vorherrschens der epidemischen Cholera sich ergab. Er war seit einigen Jahren mit Untersuchungen über die Atmosphäre beschäftigt gewesen, und seit mehr als sechs Wochen vor der Erscheinung der Cholera in London hatte er beinahe jeden Tag Versuche angestellt, mit möglichster Genauigkeit das Gewicht einer gegebenen Masse Luft unter genau denselben Verhältnissen der Temperatur und des Druckes auszumitteln. Am 9. Februar 1832 nun schien das Gewicht der Luft plötzlich das gewöhnliche Maß zu überschreiten. Da dies

aber von einem zufälligen Irrthume oder von einem Fehler an dem gebrauchten Apparate herrühren mochte, so wurden, um die Ursache zu entdecken, die folgenden Beobachtungen mit der äußersten Aufmerksamkeit angestellt, aber weder ein Irrthum noch ein Fehler am Apparate konnte entdeckt werden. Auch an den nächsten Tagen hielt sich das Gewicht der Luft noch über dem gewöhnlichen Maße, obgleich nicht mehr ganz so hoch, wie am 9. Februar, wo die Veränderung zuerst bemerkt wurde. So lange diese Versuche angestellt wurden, nämlich über sechs weitere Wochen, behielt die Luft ihr größeres Gewicht. Der Unterschied war zwar klein, aber stets entschieden und wirklich; denn die Art der Anstellung der Versuche hätte keinen Irrthum zugelassen, wenigstens keinem dem Maße des hinzukommenden Gewichtes entsprechenden, ohne daß die Ursache desselben an den Tag gekommen wäre. Dieses Steigen des Gewichts der Luft zu London im Februar 1832 scheint daher nur auf eine Weise sich erklären zu lassen, wenn man nämlich die Verbreitung eines gasförmigen Körpers durch die unteren Regionen dieser Stadt annimmt, welcher beträchtlich schwerer war, als die Luft, die er verdrängte. Um den 9. Februar drehte sich der Wind, welcher vorher westlich gewesen war, gegen Osten und behielt vorherrschend diese Richtung bis zum Ende des Monats. Nun verlauteten aber gerade zu der Zeit, als der Wind umschlug, die ersten Cholerafälle in London, und von da an breitete sich die Krankheit aus. Daß die epidemische Cholera die Wirkung der besonderen Beschaffenheit der Atmosphäre gewesen sei, damit wäre vielleicht zu viel behauptet, aber Gründe, welche anderswo entwickelt worden sind, leiten den Verfasser dieser Abhandlung auf die Ansicht, daß die Cholera von demselben Stoffe herrührte, welcher die Erhöhung des Gewichts der Luft verursachte. Eine Auseinandersetzung jener Gründe wäre hier völlig am unrechten Orte, und es genügt die Bemerkung, daß dieselben hauptsächlich auf merkwürdige Veränderungen in gewissen Absonderungen des menschlichen

Körpers gegründet sind, welche während des Vorherrschens der Epidemie beinahe allgemein bemerkt wurden, so wie darauf, daß ähnliche Veränderungen in denselben Absonderungen Derjenigen sich zeigten, welche Dem sehr ausgesetzt waren, was man Malaria nennt. Der fremde Körper daher, welcher im Februar 1832 in der Atmosphäre Londons sich verbreitet hatte, war wahrscheinlich eine Art von Malaria, ein Gegenstand, welchen wir jetzt näher betrachten wollen.

In Gegenden, welche theilweise mit Wasser bedeckt sind und eine üppige Vegetation haben, wie z. B. Marsch- und Moorländer, besonders in warmen Himmelsstrichen oder in kälteren zu solchen Jahreszeiten, wo die Sonne am kräftigsten ist, finden schädliche Ausdünstungen statt, deren Beschaffenheit vielleicht gewissermaßen, je nach der Localität verschieden ist. Solche Ausdünstungen werden mit dem allgemeinen Namen Malaria bezeichnet und sind bekanntlich die reiche Quelle von allerlei Krankheiten, welche mehr oder minder den Charakter des Wechselfiebers an sich tragen. In kalten und gemäßigten Klimaten nehmen diese Krankheiten meistens die Gestalt von regelmäßigem Fieber oder von Rheumatismen an; aber in der Nähe der Wendekreise und innerhalb derselben erscheinen sie als die furchtbareren intermittirenden und anhaltenden Fieber, die bekannten Geißeln heißer Klimate.

In Beziehung auf die Beschaffenheit dieser Ausdünstungen ist unser Wissen sehr unvollkommen. Offenbar hängen sie in gewisser Beziehung mit der Vegetation zusammen, jedoch nicht mit der lebenden und wachsenden, sondern mit der absterbenden. Man hat es daher wahrscheinlich gefunden, daß sie einen gasförmigen, hauptsächlich aus Wasser- und Kohlenstoff bestehenden Körper enthalten. Ihre Wirkungen mögen aus einer solchen gasartigen Zusammensetzung entspringen, obgleich bis jetzt keine dieser Art bekannt ist; und wahrscheinlich verdankt die Malaria ihre Eigenschaften gelegentlich auch anderen Grundstoffen, welche sich außer dem

Wasser- und Sauerstoffe aus absterbenden Vegetabilien frei machen.

Wir haben so eine gedrängte Darstellung der Gesetze und Anordnungen zu geben gesucht, welche zusammen Das ausmachen, was man das Klima nennt, und, da sie von unzweifelhaftem Einflusse auf die Wohlfahrt der Bewohner dieser Erdkugel sind, von keinem andern in dem ganzen Gebiete der Natur an Interesse oder Wichtigkeit überboten werden. Von den unzähligen Sonnen und Planeten, welche den unermeßlichen Raum des Weltalls ausfüllen mögen, fühlen wir keine Einwirkung; sogar ihr Dasein dringt sich kaum unserer Kenntniß auf. Aber bei dem Lichte und der Wärme unserer Sonne und bei dem Winde und Regen unserer Atmosphäre ist jedes organisirte Wesen auf dieser Erde vom Menschen, dem Herrn dieser Schöpfung, an bis zu der geringsten Pflanze hinab, welche den Thau des Himmels trinkt, gleich sehr betheiligt. Die Meteorologie hat daher in allen Zeitaltern und Ländern die besondere Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen. In roheren Zuständen der Gesellschaft machten auf das Aussehen der Wolken, die Bewegungen von Thieren und auf andere zufällige Umstände gestützte Prophezeiungen das Geschäft Derjenigen aus, welche sich ein Vorhersehen der Witterung zuschrieben während elektrische Erscheinungen Gegenstände abergläubischer Ehrfurcht waren. In neueren Zeiten hat ein großer Theil dieser Verwunderung und Ungewißheit aufgehört. Die Düsterheit oder Klarheit der Luft, die Nebel und Höfe eines Sturmhimmels, die Unruhe und das Geschrei von Thieren u. s. w. hat man jetzt einfach auf die Überladung mit Feuchtigkeit und auf diejenige ungleiche Vertheilung der Elektricität zurückgeführt, welche einem Regen vorangeht. Ja der Blitz selbst ist in seinem Laufe aufgehalten und, nicht mehr länger ein Gegenstand des Entsetzens, der Hälfte seiner Schrecken beraubt worden.

Aber können diese Fortschritte der Wissenschaft unsere Verehrung des großen Urhebers der Schöpfung schwächen

oder seiner Weisheit und Macht etwas entziehen? Im Gegentheil muß unsere Vorstellung von Beiden um ein Bedeutendes steigen. Von Gott in seiner Unendlichkeit vermögen wir endliche Wesen uns keinen Begriff zu bilden. Das Wenige, was wir von ihm wissen können, lernen wir beinahe nur aus seinen Werken. Wer daher seine Werke am gründlichsten studirt hat, wird der Fähigste, ja der einzig Fähige sein, sich eine angemessene Vorstellung von ihm zu machen. So dürfen die Handlungen des Messens, des Wägens, des Schätzens, des Folgerns als die edelsten Vorrechte des Menschen betrachtet werden, denn nur dadurch ist er im Stande, den Fußtapfen seines Schöpfers zu folgen und seine großen Zwecke zu errathen. Mit diesen Mitteln ausgerüstet, sieht und würdigt er die Weisheit und Macht, die Gerechtigkeit und Güte, welche durch die ganze Schöpfung herrschen, er starrt nicht mehr mit blöder Verwunderung den Himmel an, noch erbebt er mehr vor dem Blitze, als vor einem Zeichen einer rachsüchtigen Gottheit.

Die Constituenten des Klimas sind, so unvollkommen wir sie auch kennen, auf eine so überraschende Weise angeordnet, daß sie Demjenigen, welcher das Vorhandensein eines Zweckes zugibt, nur vor Augen gelegt zu werden brauchen, um von ihm als weitere Beweise jener großen Wahrheit betrachtet zu werden. Wo Alles groß und herrlich und gut ist, da bedarf es keiner Wahl; aber die Umstände, welche die Vertheilung des Wassers auf dieser Erdkugel begleiten, dringen uns vielleicht stärker, als irgend etwas Anderes, die Überzeugung von dem Vorhandensein eines Zweckes auf. Sehen wir von den übrigen Eigenschaften des Wassers ab, durch welche andere Annahme, als die eines Zweckes, können wir alle die bewundernswürdigen Eigenschaften erklären, auf welchen seine Verdunstung und Verbreitung durch die Atmosphäre, seine nachfolgende Verdichtung nicht auf einmal in die Form von Wasser oder Eis, sondern in den Zwischenzustand von Wolken, seine Farbe und Leichtigkeit als Schnee, sein Vermögen, das Licht zu brechen und

die Elektricität, — kurz alle die zahlreichsten bis ins Kleinste gehenden glücklich erdachten Eigenschaften beruhen, welche diese herrliche Flüssigkeit an den Tag legt? Diese Eigenschaften zusammen bilden eine solche Vereinigung von Anpassungen und Anordnungen, von welchen jede auf das Schönste eine besondere Absicht erfüllt und offenbar zur Erfüllung dieser Absicht bestimmt ist, daß an der Wirksamkeit eines Zweckes zu zweifeln, unmöglich scheinen sollte. Dennoch haben sich manche Menschengeister so weit verirrt, daß sie von dem Vorhandensein eines Zweckes entweder nicht überzeugt werden können oder nicht wollen, sondern, die Allmacht der Naturgesetze behauptend, Desjenigen vergessen, welcher die Gesetze schuf, und weder an sein Dasein noch an seine Macht glauben wollen. Für solche Leute bietet die Meteorologie einen oder zwei ausschließende Beweise dar, welche wir auf die Gefahr hin, der Weitschweifigkeit und unnöthigen Wiederholung beschuldigt zu werden, hier kurz hervorheben wollen.

Dem großen Schöpfer der Natur hat es, wie wir früher bemerkten, gefallen, nach gewissen festen Gesetzen zu wirken, an welche er sich unabänderlich hielt. Einige dieser Gesetze können wir mehr oder minder verstehen und sie auf allgemeinere Grundsätze zurückführen. Andere dagegen liegen außerhalb unserer Fassungskraft; wir sehen nur ihre Wirkungen, und selbst von diesen haben wir nur eine sehr unvollkommene Kenntniß. Als Beispiele derjenigen Naturgesetze, welche wir auf allgemeine Grundgesetze zurückzuführen vermögen, können die Strömungen im Ocean und in der Atmosphäre angeführt werden, durch welche das Gleichgewicht der Temperatur auf der Erdkugel aufrecht erhalten wird. Diese Strömungen lassen sich streng auf hydrostatische und pneumatische Grundsätze zurückführen. Der Beweis für das Vorhandensein eines Zwecks, welcher aus diesen Grundsätzen abgeleitet werden kann, beruht daher nicht sowohl auf ihnen selbst, als vielmehr auf ihrer richtigen Anwendung. Andererseits sind, wie wir am Anfange dieser Abhandlung bemerkten, die

Gesetze der Chemie rein auf Erfahrung gegründet, so daß unsere Bekanntschaft mit denselben sehr mangelhaft ist; denn in sehr wenigen Fällen lassen sie sich auf die Gesetze der Größe zurückführen, und sogar, wenn dieses möglich ist, kann es nur auf eine sehr unvollkommene Weise geschehen. Aber obgleich wir die Gesetze der Chemie wenig verstehen, so sehen wir doch, daß viele derselben und vielleicht alle, so weit sie uns verständlich sind, vollkommen mit einander übereinstimmen und eben so auffallend zusammenwirken, wie diejenigen, welche auf mechanischen Grundsätzen oder den Gesetzen der Schwere beruhen. So sind die Gesetze, daß alle Körper durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen werden, — daß chemische Substanzen in gewissen bestimmten und keinen anderen Verhältnissen sich mit einander verbinden, nicht aber vermischen — allgemeine Gesetze, welche so wenige Ausnahmen erleiden, daß bei den Wirkungen der Natur und dem alltäglichen Verkehre der Menschen beinahe mit derselbeu Sicherheit auf sie gezählt wird, wie auf die unveränderlichen und nothwendigen Thatsachen, daß ein schwerer Körper auf die Erde fällt, oder daß zwei Mal zwei vier ist. Diese Gesetze der Chemie haben wir theils wegen ihres allgemeinen und unbestreitbaren Charakters, theils deswegen gewählt, um dadurch die Kraft des folgenden Beweises einleuchtender zu machen.

Alle Körper werden durch die Wärme ausgedehnt und durch die Kälte zusammengezogen. Würde das Wasser nicht eine Ausnahme von diesem Gesetze machen, so wäre, wenn auch alle seine übrigen Eigenschaften dieselben blieben, die Hälfte des Wassers auf der Erdkugel, wie wir früher gesehen haben, schon lange in Eis verwandelt und die Existenz organischer Wesen eine physische Unmöglichkeit.

Alle chemischen Substanzen verbinden sich in gewissen bestimmten und in keinen anderen Verhältnissen. Wäre die Luft nach diesem Gesetze gebildet, so würde, alles übrige so vorausgesetzt, wie es ist, die Hälfte der Luft in der Atmosphäre schon lange verunreinigt und zur Erhaltung des thierischen Lebens unfähig geworden sein.

Damit also das Wasser nicht gefröre, und damit die Luft nicht aufhörte, eingeathmet werden zu können, mußten Gesetze überschritten werden, — und sie sind überschritten worden, überschritten gerade da, wo ihre Überschreitung in Beziehung auf Art und Grad zum organischen Leben unumgänglich nothwendig ist. Nun wenden wir uns an den eigensinnigsten Zweifler in Beziehung auf den Beweis von dem Vorhandensein eines Zweckes und fragen ihn, wie anders, als durch eine absichtliche Anpassung und in Folge eines besondern Zweckes, zwei so allgemeine Gesetze gerade in denjenigen Fällen haben überschritten werden können, in welchen ihre Überschreitung erforderlich ist, sonst aber nie! Eine Sophisterei, vermittelst welcher eine Ausflucht vor dieser klaren Frage versucht werden könnte, kennen wir nicht. Aber unabweislich dringt sich uns die Überzeugung auf, daß eine Absicht jener Anordnungen war, den dünkelhaften Zweifler zu beschämen, welcher so selbst durch das Wasser, das er trinkt, und durch die Luft, die er einathmet, beständig an die Überschreitung seiner gepriesenen „Naturgesetze" erinnert wird.

Druck von F. A. Brockhaus in Leipzig.

STAATSBIBLIOTHEK BAMBERG

Durch alle Buchhandlungen ist zu erhalten:

Der Führer in das Reich der Wissenschaften und Künste. (Nach dem Book of science von J. Sporschil.) Erster Band. Mit 221 Abbildungen. Gebunden. 2 Thlr.

Diesen Band bilden folgende Abtheilungen:

Anleitung zum Selbststudium der Mechanik. Mit 86 Abbild. Geh. 9 Gr.

Anleitung zum Selbststudium der Hydrostatik und Hydraulik. Mit 25 Abbild. Geh. 6 Gr.

Anleitung zum Selbststudium der Pneumatik. Mit 19 Abbild. Geh. 6 Gr.

Anleitung zum Selbststudium der Akustik. Mit 12 Abbild. Geh. 6 Gr.

Anleitung zum Selbststudium der Pyronomik. Mit 13 Abbild. Geh. 6 Gr.

Anleitung zum Selbststudium der Optik. Mit 49 Abbild. Geh. 9 Gr.

Anleitung zum Selbststudium der Elektricität, des Galvanismus und Magnetismus. Mit 13 Abbild. Geh. 6 Gr.

Anfangsgründe der Botanik zum Gebrauche für Schulen und zum Selbstunterrichte. Zweite Auflage, gänzlich umgearbeitet und vermehrt von E. Winkler. Mit 140 Abbild. Kl. 8. Geh. 16 Gr.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hartmann, Carl Friedrich Alexander

Anleitung zum Selbststudium der Meteorologie nach d. book of science

Leipzig 1838

Bamberg, Staatsbibliothek -- H.n.o.41(1#4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11689299-1